

EDUARDO LARRAZ LABORDETA

Plataforma de visualización y análisis de datos para digitalización del proceso productivo en Celulosa Fabril S.A. (CEFA)

TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DIRECTOR

MIGUEL ÁNGEL POZA ESCRICHE

PONENTE

IGNACIO MARTÍNEZ RUIZ



Universidad
Zaragoza

JULIO, 2021

Índice:

1.	Introducción y objetivos	5
1.1	Introducción	5
1.2	Antecedentes	8
1.3	Objetivos del proyecto	9
1.4	Estructura de la memoria	10
2	Análisis previo.	11
2.1	Datos en la nube	11
2.2	Extracción de datos	13
2.2.1	Inyectoras CC 90-100	13
2.2.2	Inyectoras CC 200-300	13
2.2.3	Inyectoras MIR	15
2.2.4	Inyectoras Negri Bossi.....	15
2.2.5	Equipos y configuración.	16
2.3	Parámetros analizados	17
3.	Power BI	18
3.1	Plataforma Power BI.....	18
3.1.1	Importación de datos.....	18
3.1.2	Tablas de datos	21
3.1.3	Limpieza de datos	22
3.2	Interfaz Power BI	24
3.3	Funcionamiento.....	25
3.3.1	Filtros	26
3.3.2	Contenido y cálculos.....	27
3.3.3	Gráficos.....	28
3.4	Conclusiones Power BI.....	29
4.	Grafana.....	30
4.1	Plataforma Grafana	30
4.2	Alertas	33
4.3	Pantalla de alertas.....	34
4.3.1	Estado y dato actual	35
4.3.2	Cálculos estadísticos.....	36
4.3.3	Valores de inyección.....	36
4.4	Creación del dashboard	37
4.5	Conclusiones Grafana	40
5.	Ejemplo de aplicación.....	41
6.	Conclusiones y líneas futuras.	44
7.	Bibliografía	45
8.	Anexos	47
	Anexo I. Estudio y modificación de una alerta.	47
	Anexo II. Power BI	48

Anexo III. Grafana	49
--------------------------	----

Índice de Figuras

Figura 1. Industria 4.0. [3].....	5
Figura 2. Evolución del PIB con respecto a la digitalización [4].....	6
Figura 3. Ciclo del MVP [7].....	7
Figura 4. Extracción de datos inyectora-Grafana. Elaboración propia.....	12
Figura 5. Excel con inyectora CC90-100. Elaboración propia.....	14
Figura 6. Ficha parámetro Excel.....	14
Figura 7. Excel con inyectora MIR. Elaboración propia.....	15
Figura 8. Excel con inyectora Negri Bossi. Elaboración propia.....	15
Figura 9. Equipos por tipo de máquina. Elaboración propia.....	16
Figura 10. Características y configuraciones por inyectora. Elaboración propia.....	16
Figura 11. Formatos conexión a Power BI.....	19
Figura 12. Credenciales para conexión a base de datos Power BI.....	20
Figura 13. Tablas obtenidas del servidor.....	20
Figura 14. Tablas de la base de datos de CEFA.....	21
Figura 15. Tabla con factores de corrección.....	21
Figura 16. Tabla con los datos seleccionados.....	22
Figura 17. Tabla con los datos en bruto sin limpiar.....	22
Figura 18. Pasos aplicados al transformar la tabla.....	23
Figura 19. Tabla con los datos seleccionados.....	23
Figura 20. Relaciones entre tablas.....	23
Figura 21. Inicio Power BI.....	24
Figura 22. Interfaz con la visualización de datos.....	25
Figura 23. Interfaz de Power BI.....	25
Figura 24. Filtros del dashboard.....	26
Figura 25. Medidas con los cálculos.....	27
Figura 26. Expresión DAX Calculate. [12].....	27
Figura 27. Expresión de un cálculo.....	27
Figura 28. Cálculo desviación del día.....	28
Figura 29. Gráficos circulares con los cálculos estadísticos.....	28
Figura 30. Características de gráfico.....	28
Figura 31. Interfaz de Grafana.....	30
Figura 32. Interfaz de Grafana (2).....	31
Figura 33. Dashboard con cálculos Grafana.....	31
Figura 34. Panel con alertas de Gafana.....	32
Figura 35. Estados de las alertas.....	32
Figura 36. Alerta recibida en el correo.....	33
Figura 37. Dashboard para alertas.....	34
Figura 38. Gráficos con estado y parámetro.....	35
Figura 39. Cálculos estadísticos.....	36
Figura 40. Valores últimos 50 ciclos.....	36
Figura 41. Historial datos por día, semana, mes.....	37
Figura 42. Creación de gráficos en Grafana.....	37
Figura 43. Consulta para la creación de gráficos.....	38
Figura 44. Creación de gráficos estadísticos.....	38
Figura 45. Consulta de cálculos estadísticos.....	38
Figura 46. Creación de lista de datos y consulta SQL.....	39
Figura 47. Correo con alerta.....	42
Figura 48. Gráfico valores cojín.....	42
Figura 49. Valores estadísticos cojín.....	42
Figura 50. Valores punto de conmutación.....	43
Figura 51. Protocolo alertas cojín.....	43
Figura 52. Tacómetro Power BI.....	48
Figura 53. Opciones tacómetro.....	48
Figura 54. Cálculos para el tacómetro.....	48

Figura 55. Visualizaciones Grafana.....	49
Figura 56. Aplicaciones Grafana.....	49
Figura 57. Opciones gráficos.....	50
Figura 58. Gráficos Grafana.....	50
Figura 59. Opciones de gráficos.....	50
Figura 60. Gráfico de barras 1.....	51
Figura 61. Gráfico de barras 3.....	51
Figura 62. Gráfico de barras 2.....	51

1. Introducción y objetivos

1.1 Introducción

En la actualidad la tecnología forma parte de nuestro día a día, esto se puede ver en cualquier ámbito, ya que poco a poco se está llevando a un mayor número de campos. Una de las ramas más importantes es la industria. La industria ha ido evolucionando con el tiempo y como no podía ser de otra forma, con la tecnología. Esta nueva revolución se ha denominado industria 4.0 [1].

Este tipo de industria está implementando nuevas tecnologías como pueden ser la robótica, análisis de datos, inteligencia artificial o el Internet of Things (*IoT*), herramientas con mucho potencial que sacándoles el máximo partido y creando algoritmos se logrará que la industria crezca sin perder la cuota de mercado, adaptándose así a los nuevos entornos productivos [2].

Una de las partes más importantes de esta nueva revolución es la digitalización, que consiste en sensorizar todo el proceso productivo, obteniendo datos de cada parte y visualizando todo lo que está ocurriendo en la empresa. Por medio de esta toma de datos y variables que intervienen en los procesos se puedan sacar conclusiones en base a evidencias y a partir de estas poder optimizar y mejorar los procesos.

Para poder seguir siendo competitivos en este sector tarde o temprano se tendrá que pasar por un proceso de cambio como el actual, por ello las empresas están empezando a realizar estos cambios, mejorando la calidad de su producción para poder mantener a sus clientes actuales. Además de mejorar la productividad esta revolución está creando nuevos roles dentro de la industria. Cualquier empresa que comience con la digitalización deberá tener un equipo formado para que lleve a cabo estos procesos, creando nuevos puestos o subcontratando a empresas que proporcionen estos servicios.



Figura 1. Industria 4.0. [3]

Según el artículo [4] “*La digitalización actúa como motor de crecimiento de la economía española. A partir de 2015 se ha convertido en responsable de hasta un 30% del crecimiento de esta.*”. En la figura 2 se detalla esta evolución.

Lo que supone un aumento considerable de la economía. Con estos antecedentes se observa que una inversión en digitalización creará a futuro grandes beneficios tanto para la empresa como para el país, ya que supondrá un aumento considerable del producto interior bruto (PIB), además de la creación de puestos de trabajo que aporten valor a los diferentes sistemas productivos.

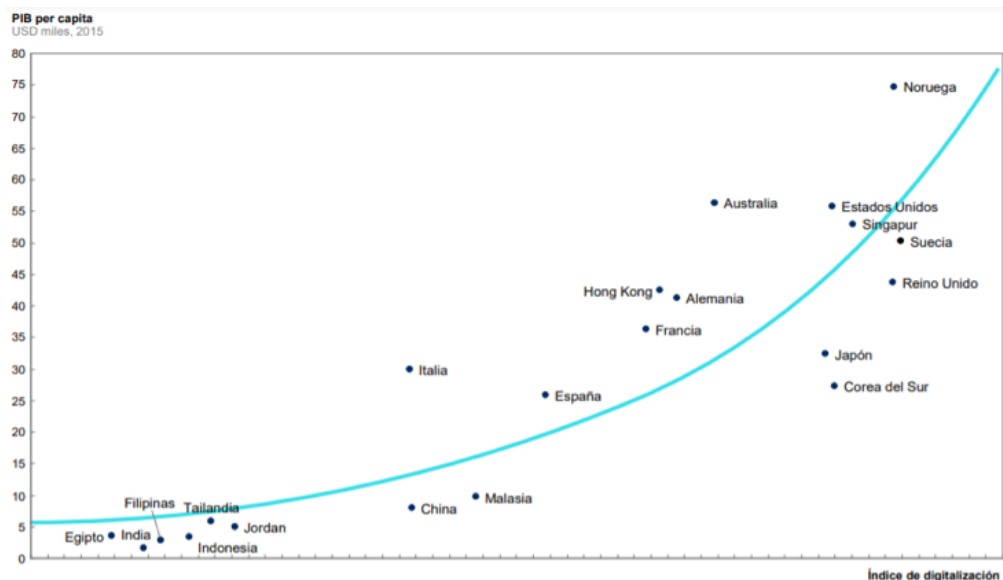


Figura 2. Evolución del PIB con respecto a la digitalización [4]

El desarrollo del país viene al hilo del artículo que habla sobre “*España 2025*” [5], un conjunto de medidas que se plantean adoptar para fomentar la digitalización, ya que se observa una fuerte correlación entre el grado de desarrollo de un país y su nivel de digitalización.

“España, comparada con la media de la UE, presenta un buen nivel en el equipamiento digital de las empresas, pero un peor comportamiento en relación con el comercio electrónico, sobre todo en el caso de las microempresas” [5]

La digitalización como podemos ver no es solo para grandes empresas, también se fomenta su uso en la pequeña empresa, ya que además de que les ayudará a integrarse en este ecosistema digital también impulsará su negocio. Podrá aumentar sus canales de ventas centrándose en el comercio digital a través de un e-commerce propio o teniendo la posibilidad de vender sus productos en diferentes Marketplace como puede ser en Amazon, un gran e-commerce con una ventaja competitiva frente a otros y así aumentará su visibilidad y ventas.

El proceso de digitalización está comenzando y es algo que será decisivo de cara al futuro para todas las empresas, las que estén adaptadas a ello tendrán una ventaja sobre las que no lo estén, por lo tanto, es fundamental que se lleve a cabo en los próximos años.

La empresa Celulosa Fabril S.A (CEFA) está llevando a cabo este proceso de digitalización en sus diferentes equipos, sensorizándolos y tomando datos para adaptar su fábrica a los estándares de industria 4.0. Con la digitalización de su proceso productivo conseguirá un mayor control de su fábrica, pudiendo ver más fácilmente los defectos o modificaciones que pueden necesitar para mejorar su producto final. Una empresa innovadora que apuesta por las tecnologías de futuro para seguir mejorando en un mercado tan competitivo como es el sector del automóvil.

Las ventajas que busca CEFA con la implementación de nuevas tecnologías en su empresa y con la digitalización de esta son las siguientes:

- Optimización de los niveles de calidad. Haciendo los procesos más precisos, intentando evitar todo aquello que altere el producto final.
- Ahorro de costes. Gracias a la mejora del proceso ahorraremos en pérdidas innecesarias que teníamos anteriormente.
- Competitividad empresarial. Consiguiendo una mejor respuesta frente a los cambios rápidos que tienen los mercados.

Además de todo lo positivo al principio también se puede encontrar algún aspecto negativo, como pueden ser la gran inversión inicial hasta llegar a un modelo que dé resultados, la falta de adaptación por parte del personal o maquinaria de la empresa a estas nuevas tecnologías y la dependencia de estas para la producción eficiente. Estos aspectos negativos pueden aparecer al principio, hasta que se tenga un producto mínimo viable (*Minimum Viable Product, MVP* [6]) sobre el que iterar hasta alcanzar algo funcional. Esto será el objetivo principal, crear un MVP, medir y analizar como se muestra en la figura 3, para que de cara a futuro proporcione una ventaja frente a nuestros competidores.

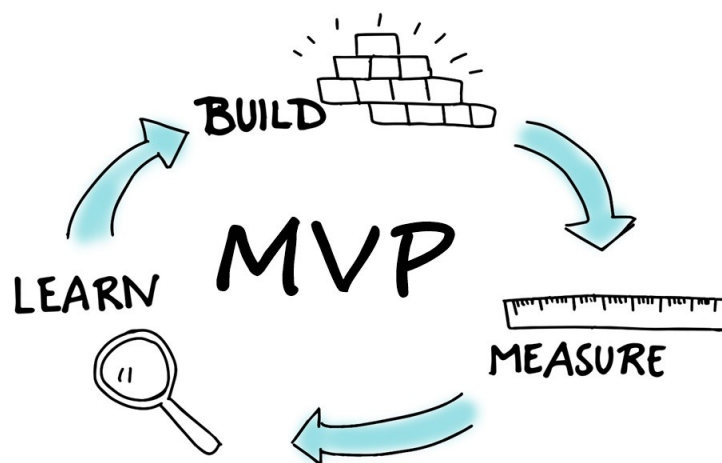


Figura 3. Ciclo del MVP [7]

En definitiva, el camino de adaptación a la industria 4.0 es algo que tarde o temprano acabará llegando a todas las empresas, será un camino largo pero que a futuro dará buenos resultados, de nosotros depende estar adaptados y prevenidos para poder actuar con eficacia buscando la mejora y progreso de esta manera de producir orientada al futuro.

Este trabajo se ha basado en los dos trabajos anteriores realizados en CEFA [1][8]. Por un lado, se realizó una plataforma de Power BI para controlar el desarrollo de los diferentes departamentos de la empresa, y por otro lado se hizo la extracción de los datos de las inyectoras.

1.2 Antecedentes

“El concepto de industria 4.0 nace en la feria de la tecnología industrial que se celebró en Hannover en 2011” [9]. Desde entonces ha comenzado a implantarse poco a poco en muchos tipos de industrias. La evolución del consumo ha hecho que estos procesos se aceleren para lograr mejorar la producción de la industria. La integración de estas nuevas tecnologías a las cadenas de producción automatizadas aporta valor a las empresas, mejorando sus productos y produciendo de una forma más eficiente.

Los elementos incorporados en las máquinas proporcionan datos que no se podrían conseguir de otra forma, esto ayuda a tener una visión de lo que está ocurriendo tanto a tiempo real como a posteriori. Combinando la extracción de datos con los softwares de última generación se pueden realizar simulaciones o comprobaciones que de otra forma no se podría realizar.

En CEFA se ha comenzado a sensorizar la planta entera, desde las inyectoras donde se conocerán los diferentes parámetros que afectan al proceso productivo como las entradas de energía que se utilizan en la fábrica, para controlar los consumos y conseguir reducirlos y ahorrar. Este proceso es largo y tedioso, pero poco a poco y con el equipo adecuado se llevará a cabo logrando una mejora considerable para el negocio.

El trabajo previo realizado en CEFA ha sido el de la sensorización de la maquinaria. Este proceso está explicado en [1], de donde se han tomado datos e información para continuación del proyecto. Una vez sensorizadas todas las máquinas el siguiente trabajo era tomar esos datos que proporcionan, almacenarlos en una base de datos y poder analizarlos posteriormente de manera que sean útiles para la fabricación.

Además de las inyectoras también se realizó en [8] una plataforma de business intelligence [10] basada en los diferentes departamentos de la empresa. El business intelligence es la parte más analítica, una vez se han extraído los datos, hay que saber analizarlos e interpretarlos por medio de softwares donde los datos son representados en dashboards o pantallas y por medio de gráficos estadísticos y cálculos se analiza todo de forma más concreta.

En base a los proyectos anteriores, en este Trabajo Fin de Grado se ha planteado realizar una plataforma en la que poder visualizar todos estos datos y poder analizarlos para conseguir una mayor productividad. Con los datos extraídos en [1] y almacenados en bases de datos se van a realizar unos dashboards como en [8].

La plataforma ayudará a la empresa a detectar variaciones, defectos o anomalías que se puedan encontrar en la producción. Además, se formará a toda la plantilla de manera que cualquier persona de la empresa tenga capacidades de analizar aportando valor en todo momento y detectando estas anomalías en el momento preciso. Este proceso es continuo y poco a poco se irá mejorando hasta conseguir un producto viable que cumpla con todos los estándares de la industria 4.0, obteniendo así todas las ventajas que esta proporciona y adaptándose a las nuevas necesidades de futuro.

1.3 Objetivos del proyecto

- ❖ Definición de los parámetros con sus consignas por medio de hojas Excel donde poder localizarlos. Añadir las diferentes consignas de alertas que se enviarán en caso de desviación del proceso una vez extraídos de las máquinas.
- ❖ Análisis y estudio de los parámetros conociendo el proceso y el producto para posteriormente poder optimizarlo contemplando todas las opciones.
- ❖ Formación en Power BI, software con el que se realizará la plataforma de Business intelligence. Creación de un cuadro de mandos en dicho software para visualizar el estado actual de producción con sus diferentes datos estadísticos y espacios temporales.
- ❖ Modificaciones de los criterios de envío de alertas hasta conseguir alertas útiles y eficientes. Realizar revisiones periódicas con nuevos criterios que acompañen.
- ❖ Seguimiento del envío de alertas por máquina y parámetro, con el objetivo de conseguir que cuando se envíen alertas sea de manera correcta, avise cuando realmente hay una desviación del proceso y se consiga una producción más estable.
- ❖ Colaboración en la creación de un cuadro de mandos similar en Grafana para analizarlo de manera interna y al instante.
- ❖ Estandarización del proceso de análisis de alertas para volver a la producción estable. Búsqueda de los posibles errores por medio de un protocolo.
- ❖ Asentar las bases del proyecto para su continuación en el futuro próximo. Indicar cuales serían los siguientes pasos para mejorar e implementar el proyecto.

1.4 Estructura de la memoria

A continuación, se describe la estructura de la memoria con una breve explicación de lo que se encuentra en los diferentes apartados.

En el apartado 2, **Análisis previo**, se verá el estado actual de la digitalización en la empresa, observando los avances realizados en proyectos previos hasta llegar al punto en el que está actualmente el proyecto. Se explicará cual es el proceso para la extracción de los datos de estudio, desde la inyectora hasta la base de datos que se estudiará más adelante. Además, se definirán unas hojas Excel en las que aparecen las consignas de los parámetros, definiendo los parámetros más importantes sobre los que se realizará el estudio.

En el apartado 3, **Power BI**, se explicará la plataforma desarrollada, la interfaz, un ejemplo de realización de cálculos y documentación utilizada. Además, se verán los primeros pasos, como pueden ser las propias conexiones con la base de datos, estudio de datos que se necesitan, limpieza de estos hasta llegar a su posterior visualización en el dashboard.

En el apartado 4, **Grafana**, se explicará el software al igual que en el apartado anterior. Se verán las ventajas que tiene frente a Power BI y los recursos que se utilizan en el día a día de la empresa para localizar defectos en las piezas con las alertas. Se explicará su implantación, estudio de las alertas y como se está formando a toda la planta para ponerlo en práctica.

En el apartado 5, **Ejemplo de aplicación**, se explicará un ejemplo de actuación frente a una alerta estudiada, que parámetros observar, que estudio se realiza y que opciones se plantean para mejorar además de ver como actuaría el personal de la empresa.

En el apartado 6 se muestran las **Conclusiones** de este proyecto, una vez se tienen las plataformas de visualización de datos en funcionamiento se realiza una valoración con los puntos fuertes y debilidades de cada una, además de indicar cuales podrían ser los siguientes pasos en un corto, medio y largo plazo para este trabajo.

Por último, en los apartados 7 y 8 se muestran la **Bibliografía y Anexos** de la memoria.

2 Análisis previo.

Para comenzar con este proyecto se va a estudiar la situación de CEFA con respecto a la digitalización, pasos que se han seguido para llegar al punto actual y objetivos futuros de mejora. Toda esta información es la base que se estudió en [1].

Hace un año se comenzó con el proceso de sensorización de los equipos, obteniendo así los valores de cada parámetro. Después, con ayuda de los Arduinos y Raspberrys estos valores eran registrados en un archivo que posteriormente se enviarían a la base de datos que está en el servidor de la empresa. Una vez obtenidos todos los datos se deben organizar y preparar para su posterior análisis, por ello se estructuran en bases de datos SQL [11], donde se tiene acceso a ellos y se pueden exportar a los diferentes softwares que se utilizarán más adelante.

Antes de comenzar con el análisis de datos se debe conocer el proceso de inyección, fundamental para saber cómo funciona cada parámetro. En CEFA se realizó una formación de inyección básica para conocer el proceso. Una vez conocido hay que ver en qué punto se encuentra la empresa con respecto a la digitalización, conocer el número de inyectoras que tienen sensorizadas, cuantas son capaces de extraer datos, que pasos serán los siguientes a seguir por la empresa, etc.

Tras esta fase inicial en la que se ha puesto un punto de partida, se va a explicar cuál es el proceso para la extracción de estos datos y de qué forma se reciben para poder analizarlos, después, se van a realizar unas hojas Excel, en ellas aparecerán los parámetros de cada inyectora, así como las consignas de cada parámetro para que envíe alerta. Estas hojas se modificarán a lo largo de estos meses conforme se vayan cambiando las consignas de cada parámetro.

2.1 Datos en la nube

Para poder analizar los datos se debe tener claro cómo se extraen y donde se almacenan para poder acceder a ellos. En este caso se almacenan en bases de datos relacionales “*Structured Query Language*” (SQL), basadas en dicho lenguaje de programación que consiste en consultas estructuradas. Estas bases de datos se encuentran en servidores cloud, de tal forma que desde cualquier lugar con acceso a internet y las claves para poder acceder se podrá trabajar con ellos.

Una vez conocidos los parámetros que se quieren extraer se va a plantear la forma en la que se toman estos datos. Para comenzar, las máquinas de CEFA y MRA no tienen una forma de extracción de datos automática, quizás en un futuro hay máquinas que ya lo hagan solas, pero mientras tanto se utilizará lo que hay, por lo tanto, se han instalado diferentes hardware (Arduinos y Raspberrys [12]) para así obtener los datos necesarios. Una vez obtenidos estos datos se guardan en diferentes bases de datos una para cada planta y se pueden representar en diferentes dashboards por medio de softwares de visualización de datos como pueden ser Grafana o Power BI.

Para conocer el funcionamiento de la plataforma Grafana y todo el proceso de como llegan los datos desde las inyectoras a las bases de datos se explica en la figura 4, donde se pueden ver todos los pasos que se siguen, desde la inyectora hasta la representación de los datos. Para este proceso se van a necesitar Raspberrys y/o Arduinos, que son unos pequeños “ordenadores” capaces de tomar la información para posteriormente enviarla a nuestras bases de datos. Estos están conectados a la red por vía WIFI o cable LAN y a las inyectoras para poder extraer la información. Un sistema Fiware [13], que es una plataforma de código abierto para el despliegue global de proyectos basados en IoT. PostgreSQL [14], un gestor de bases de datos relacional, también de código abierto para almacenar los datos.

Por último, la plataforma de Grafana [15], también de código abierto, que permite visualizar los datos de forma interactiva y dinámica en tablas y gráficas monitorizándolo a tiempo real (o lo más real posible).

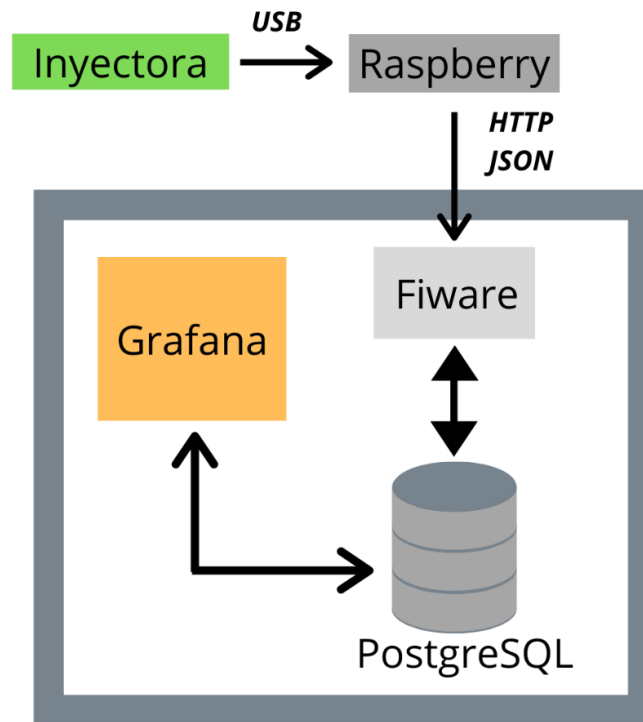


Figura 4. Extracción de datos inyectora-Grafana. Elaboración propia.

En primer lugar, las inyectoras se conectan por medio de un USB o un puerto serie a las diferentes Raspberrys o Arduinos. Estos toman los datos y los envían mediante el protocolo HTTP [16] en un JavaScript Object Notation (JSON) [17], - un formato de archivo ligero de intercambio de datos basado en el lenguaje de programación JavaScript - a Fiware. Este se conecta con una base de datos donde se almacena toda la información que viene de las inyectoras. Una vez extraídos los datos, la base de datos se conecta con Grafana para poder visualizarlos en los diferentes dashboards que se crearán allí.

Esta primera parte del proyecto de la extracción de datos es la que se realizó en el Trabajo Fin de Grado anterior [1]. Partiendo de los datos ya extraídos y una vez se conoce el proceso de extracción, con los métodos para acceder a ellos se va a comenzar con la explicación de los diferentes parámetros extraídos y con la realización de la plataforma necesaria para su posterior visualización.

2.2 Extracción de datos

Según el tipo de máquina que se va a analizar se podrán extraer más o menos parámetros en función de su capacidad, es decir, en las máquinas más nuevas se pueden extraer hasta 20 parámetros, sin embargo, en otro tipo de máquinas solo se logran extraer 6. Esto limitará el análisis de algunas inyectoras, pero a su vez hará que nos centremos en parámetros más importantes que sean comunes a todas ellas. En base a esto las diferentes máquinas y parámetros de extracción que hay en CEFA y MRA son las siguientes:

2.2.1 Inyectoras CC 90-100

Para este tipo de máquinas más actuales se pueden extraer 20 parámetros. Para tener todo de una forma más ordenada y estructurada se han hecho unas hojas de Excel para saber qué criterios se han usado para cada parámetro y poder modificarlos de cara a futuro. Este tipo de inyectora es de los más comunes que tenemos en CEFA. Los parámetros que se han extraído son los siguientes:

H1x: Temperatura zona 1 husillo.	ZFx: Tiempo protección molde valor real.
H2x: Temperatura zona 2 husillo.	PNs: Presión hidráulica valor creta post-presión
H3x: Temperatura zona 3 husillo.	SSx: Carrera de conmutación.
H4x: Temperatura zona 4 husillo.	ZSx: Tiempo de inyección valor real.
H5x: Temperatura zona 5 husillo.	SFs: Carrera de apertura molde almacén.
H6x: Temperatura zona 6 husillo.	CPx: Longitud de cojín.
ZUs: Tiempo ciclo valor real.	PSs: Valor creta de contrapresión.
PVs: Presión hidráulica valor de creta inyección.	PHu: Presión hidráulica valor conmutación.
OelTx: Temperatura aceite valor real.	C3u: Posición husillo valor conmutación.
Sks: Valor punta de fuerza de cierre.	ZDx: Tiempo dosificación valor real.
	Znach: Tiempo de post presión.

2.2.2 Inyectoras CC 200-300

Para las inyectoras CC 200-300 que son prácticamente iguales a las anteriores se han extraído también 20 parámetros, en este caso alguno cambia de nombre, pero son prácticamente los mismos:

H2x: Temperatura zona 1 husillo.	ZFx: Tiempo protección molde valor real.
H3x: Temperatura zona 2 husillo.	PNs: Presión hidráulica valor creta post-presión
H4x: Temperatura zona 3 husillo.	SSx: Carrera de conmutación.
H5x: Temperatura zona 4 husillo.	ZSx: Tiempo de inyección valor real.
H6x: Temperatura zona 5 husillo.	SFs: Carrera de apertura molde almacén.
H7x: Temperatura zona 6 husillo.	CPx: Longitud de cojín.
ZUs: Tiempo ciclo valor real.	PSs: Valor creta de contrapresión.
PVs: Presión hidráulica valor de creta inyección.	PHu: Presión hidráulica valor conmutación.
H1x: Temperatura aceite valor real.	C3u: Posición husillo valor conmutación.
Sks: Valor punta de fuerza de cierre.	ZDx: Tiempo dosificación valor real.

En este caso, se añade H7x y se cambia OelTx por H1x. En estos dos tipos, el Excel de datos tiene el aspecto que se muestra en las figuras 5 y 6.

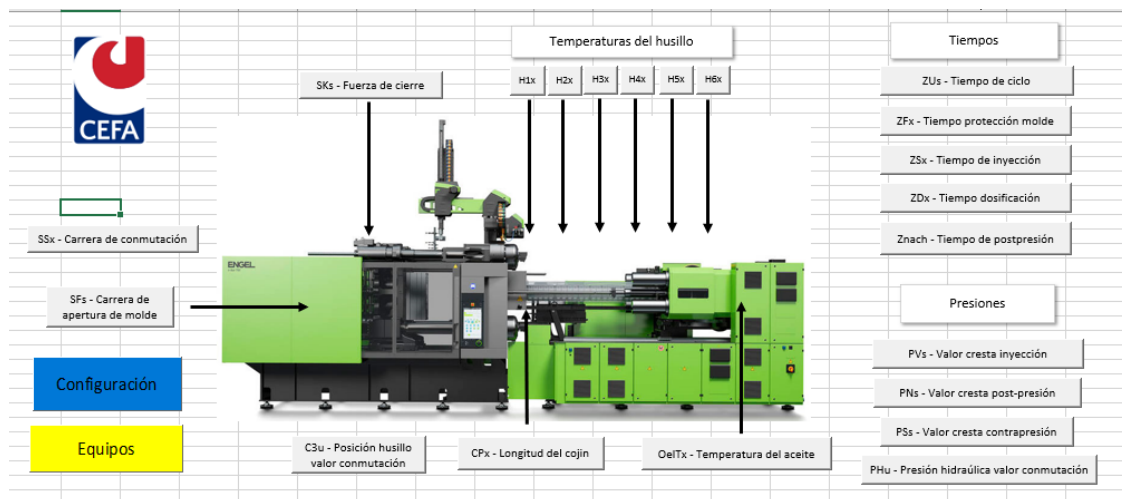


Figura 5. Excel con inyectora CC90-100. Elaboración propia.

Y cada botón que aparece nos lleva a una ficha de cada parámetro como la que aparece en la figura 6.

CPx

Cantidad de material que se queda en la unidad de plastificación sin inyectar en cada ciclo una vez termina la segunda presión.
Los datos se muestran en milímetros (mm).

No se contarán las piezas de arranque (semiautomático) ni las NOK (tres primeras prensadas tras arranque) y en los siguientes casos se enviarán alertas por correo

Alertas:

- Si CPx = 0 más de tres veces en una hora.
- Si la media de los últimos 50 ciclos es menor o mayor en un 25% que la media de día semana o mes.
- Si la desviación típica es superior en un 25% a la desviación de día, semana o mes.
- Si el recorrido es superior en un 25% al recorrido de día, semana o mes.
- A fecha 3/12/20

Si la desviación estándar de los últimos 50 ciclos es superior en un 25% a la del último día y además el recorrido actual es superior al recorrido del día.

Tras un cambio de producto la pila de los 50 últimos ciclos se pondrá a cero.

Quando nos referimos a ciclos, día, semana o mes estamos haciendo referencia a la fabricación del mismo producto (Tenemos diferentes productos por inyectora).
Por ejemplo, un producto se puede fabricar durante 8h al día, es decir a los 3 días de fabricación tendremos la contrastación de los datos para el día (24h).

Volver Inyectora

Figura 6. Ficha parámetro Excel

Donde se explica de que parámetro se trata y su definición, así como las unidades de medida en las que se está extrayendo el parámetro, se pueden ver las premisas pasadas descartadas en rojo y las que se están tomando actualmente en verde para analizar este parámetro. Esto es muy útil ya que así se puede ver todo lo que se ha probado hasta el momento y alguien ajeno al proyecto podría comprobarlo y ayudar para avanzar con las nuevas premisas.

En función de la producción y el estado de las piezas se van variando las premisas en el departamento de producción, siendo más o menos permisivos. Esto influirá directamente en las alertas que se envíen posteriormente y se tendrá que ir probando hasta ver que todo funciona correctamente.

2.2.3 Inyectoras MIR

Las MIR tienen más limitaciones y es por ello por lo que solo se extraen 14 parámetros, que serían los siguientes:

Zona A: Temperatura zona A.	Cota de carga.
Zona B: Temperatura zona B	Tiempo inyección.
Zona C: Temperatura zona C.	Tiempo abrir.
Boquilla: Temperatura boquilla	Tiempo cerrar.
Temperatura de aceite.	Tiempo segunda presión.
Punto de conmutación.	Presión inyección.
Cojín: Longitud de cojín.	Presión conmutación.

En este caso la hoja Excel sería como el de la figura 7.



Figura 7. Excel con inyectora MIR. Elaboración propia

2.2.4 Inyectoras Negri Bossi

Por último, las Negri Bossi. Igual que las MIR de estas inyectoras solo se extraen 6 parámetros que son los siguientes:

Fuerza de cierre.	Tiempo de inyección.
Cojín.	Tiempo de carga.
Presión de inyección.	Presión de conmutación.

Con su correspondiente Excel (Ver figura 8).



Figura 8. Excel con inyectora Negri Bossi. Elaboración propia

2.2.5 Equipos y configuración.

Como se puede ver en cada hoja hay un apartado reservado a configuración y equipos. Los equipos muestran una lista con las diferentes inyectoras que hay en CEFA y MRA, con sus diferentes direcciones IP [18] y MAC [19], así como el número de inyectora al que corresponden. (Figuras 9 y 10).

CEFA								
	Equipo	IP	MAC			Equipo	IP	MAC
CC200	63	192.168.100.170	dca6:32:63:59:cb		CC300	65	192.168.100.164	dca6:32:a4:5e:bb
MRA								
	Equipo	IP	MAC			Equipo	IP	MAC
CC200	8	192.168.210.244	dca6:32:42:19:76		CC300	11	192.168.210.247	dca6:32:42:18:8f
	9	192.168.210.245	dca6:32:42:18:f0			33	192.168.210.235	dca6:32:42:18:d0
	10	192.168.210.246	dca6:32:42:00:b9			34	192.168.210.236	dca6:32:5e:b6:33
	12	192.168.210.248	dca6:32:42:19:25			35	192.168.210.237	dca6:32:42:18:e6
						36	192.168.210.238	dca6:32:42:18:b3
						37	192.168.210.239	dca6:32:42:19:c9
						38	192.168.210.240	dca6:32:42:19:3d
						39	192.168.210.241	dca6:32:42:19:61
						40	192.168.210.242	dca6:32:42:18:74
						41	192.168.210.243	dca6:32:42:19:70

Figura 9. Equipos por tipo de máquina. Elaboración propia.

La dirección IP sería el identificador que tienen las máquinas al conectarse a la red y la dirección MAC sería un identificador único que da el fabricante a cada inyectora. Por otro lado, la parte de configuración muestra las diferentes características del equipo. Se puede ver en la primera tabla la configuración que tiene para exportar los datos a las bases de datos, el tipo de conexión que tiene para conectar el Arduino o Raspberry, la conexión de red y el equipo instalado en cada tipo de inyectora. En la segunda, está el modo de exportación de los archivos y el tipo de exportación.

Volver Inyectora			
CC200	Características del equipo.	CC200	Configuración inyectora
Modo exportacion	Archivo	Modo exportacion	Archivo PDPInyecXX (Donde XX es N° Maquina)
Tipo puerto	USB	Exportación	Cíclica
Conexión red	Wifi		
Equipo instalado	Raspberry		
CC300	Características del equipo.	CC300	Configuración inyectora
Modo exportacion	Archivo	Modo exportacion	Archivo PDPInyecXX (Donde XX es N° Maquina)
Tipo puerto	USB	Exportación	Cíclica
Conexión red	Wifi		
Equipo instalado	Raspberry		

Figura 10. Características y configuraciones por inyectora. Elaboración propia.

La recopilación de todos estos datos en los Excel es algo fundamental para el desarrollo del proyecto. Una vez llegan las alertas se puede acudir a estas hojas para ver el criterio que se sigue, comprobar los motivos por los que llegan alertas y poder ajustar las premisas.

Todos los parámetros que se extraen de cada inyectora se han tomado de [1], a partir de ahí se han organizado y estructurado en estas hojas Excel. Como se puede ver hay diferentes tipos de inyectoras, unas de las más comunes y de las que más datos se están extrayendo son las CC90-100 y CC200-300, por lo tanto, el estudio se va a centrar en varios parámetros de estas inyectoras y en que funcione la plataforma para estas máquinas correctamente.

2.3 Parámetros analizados

Una vez explicada la forma en la que se extraen estos parámetros y todos los tipos de parámetros que se reciben en la base de datos se van a analizar los principales parámetros que se tendrán en cuenta del proceso de inyección.

Los parámetros que se han considerado más importantes para la inyección y que serán los primeros en analizar han sido la longitud de cojín (CPx) el punto de conmutación (C3u), temperatura de aceite, temperatura de boquilla y tiempo de post presión (Znach). A continuación, se explicará cual es la función de cada uno en el proceso de inyección.

- El CPx o longitud de cojín, es la cantidad de material que se queda en el husillo sin inyectar una vez termina la segunda presión. Es un parámetro muy importante ya que manteniendo el cojín estable indicará que las piezas están saliendo compactas y sin defectos. Un cojín corto puede significar que a la pieza le falta material. Este valor será resultado de la inyección, es decir, no podemos introducirlo por máquina.
- El C3u o punto de conmutación, indica la posición del husillo en el momento que entra la segunda presión. Este valor será introducido por el operario de la máquina, por lo tanto, deberá ser estable y siempre el indicado. En arranques de máquina este valor se pone más elevado por ese procedimiento en concreto, después durante la producción debe bajarse al valor indicado en la ficha técnica.
- La temperatura del aceite, indica la temperatura de aceite de máquina. En este caso la máquina debe tener una temperatura entre un rango de valores concreto para que funcione de manera correcta. Durante el arranque hasta que se estabiliza esta variable no nos alertará.
- Temperatura de boquilla, es la temperatura de la boquilla del husillo. Es un parámetro que nos interesa controlar para que no se produzcan “bolos de material” es decir, que se acumule material en la punta de inyección que impida que se realice la inyección de forma correcta, o simplemente se controle la temperatura para ver que todo está estable.
- Znach o tiempo de post presión. Tiempo que transcurre tras la post presión.

Esto serán los principales parámetros que se tendrán en cuenta y por los primeros que se va a comenzar a implementar las alertas de manera que alerte cuando sea necesario.

Los principales defectos que se plantea eliminar serán, la falta de llenado de piezas, uno de los más comunes de la inyección de plástico, fallos en el sistema hidráulico por problemas con la temperatura, o los bolos de material que se han comentado.

3. Power BI

“Power BI es una plataforma unificada y escalable para inteligencia empresarial (BI) de autoservicio y de la empresa, que es fácil de usar y ayuda a obtener conocimientos sobre los datos.” [20]

Esta herramienta de Microsoft se utiliza en aplicaciones y servicios basados en la nube. Con esta herramienta se puede obtener una gran cantidad de datos de diferentes fuentes para poder administrarlos y analizarlos. Gracias a esta plataforma se puede dar forma a la información que se extrae y visualizarla en gráficos o tablas interactivas para saber lo que está sucediendo en el negocio donde se realice el estudio. Además, al ser una herramienta desarrollada por Microsoft está disponible toda la documentación en internet y tiene soporte para solucionar cualquier problema.

Se puede conectar la herramienta a una gran variedad de fuentes de datos, desde hojas Excel hasta bases de datos SQL, lo que da una gran versatilidad a la hora de tomar los datos. La herramienta está desarrollada por Microsoft y tiene características muy similares a Excel, puesto que utiliza gran variedad de funciones de este, lo que hace que su aprendizaje sea más sencillo si se tiene una buena base de Excel. A la hora de realizar los cálculos, Power BI utiliza un lenguaje de programación también común a Excel llamado DAX [21]. Este también lo usamos en las hojas de cálculo si trabajamos con Power Query.

Toda la documentación correspondiente a los lenguajes de programación mencionados como pueden ser SQL o DAX se encuentran en la bibliografía, estos documentos se han consultado durante todo el proyecto para desarrollar tanto los cálculos en Power BI como las consultas en Grafana.

3.1 Plataforma Power BI

El objetivo de esta plataforma como se ha comentado antes será conocer lo que está pasando en la fábrica sin necesidad de estudiar los gráficos de Grafana realizando unos dashboards interactivos en los que ver de forma sencilla información útil y poder actuar conforme a ello. Se va a intentar desarrollar los dashboards con los criterios expuestos por producción para que les sea útil a la hora de utilizarlo.

3.1.1 Importación de datos

Como se ha comentado, los datos están guardados en bases de datos en PostgreSQL, un gestor de bases de datos, para acceder a ellos acudiremos allí con un usuario y contraseña que se ha facilitado para la lectura de estos. Según la documentación de Power BI [21] a la hora de importar los datos existen dos métodos diferentes:

Importación: El más común, se importan los datos al equipo y se trabaja con ellos localmente. Una vez se suben los informes a la plataforma de Power BI para poder visualizarlos también se deben subir los archivos desde los que recibe los datos ya que está extrayendo y realizando los cálculos con esos archivos y necesita tenerlos en ruta de acceso para su funcionamiento.

Direct Query: Se toman los datos directamente desde la base de datos. Se establece una conexión directa con la base de datos, y sin necesidad de descargarlos en el equipo se trabaja desde ahí. Este modo de importación puede resultar más lento según la cantidad de datos o la conexión con el servidor. Además, este modo de importación tiene algunas limitaciones frente al modo de importación normal, por ejemplo, no se puede hacer uso de inteligencia temporal o a la hora de limpiar las tablas de datos no podemos realizar todas las operaciones deseadas.

En primer lugar, se ha comenzado con el método de Direct Query, sin importarlos al equipo trabajando desde el servidor ya que la idea era trabajar con una gran cantidad de datos. Se realizaban las peticiones al servidor para que devolviese los datos. Tras unas semanas probándolo y comenzando a exportar grandes cantidades de datos se observó que el sistema iba lento, a su vez como se trabajaba en paralelo con Grafana se llegó a colapsar el servidor. Por lo tanto, se descartó esta opción y se optó por otra forma.

Como segunda opción, se decidió descargar los datos al equipo de forma local, para trabajar con ellos sin necesidad de colapsar el servidor y poder hacer las transformaciones que se desearan, ya que el modo Direct Query tenía algunas limitaciones. Trabajando de este modo se consiguió trabajar con la plataforma, sin embargo, este otro método tenía la limitación del tamaño de memoria RAM del ordenador, ya que se trabaja exportando los datos al propio equipo. Esto ha limitado a la hora de tomar grandes cantidades de datos, lo que puede verse reflejado en los cálculos correspondientes a los diferentes espacios temporales, ya que necesita una gran cantidad de datos.

Para la importación, en primer lugar, se elegirá la plataforma, archivo o tipo de base de datos desde la que se importan los datos. Como se puede ver en la figura 11 hay una gran variedad de aplicaciones compatibles con Power BI.

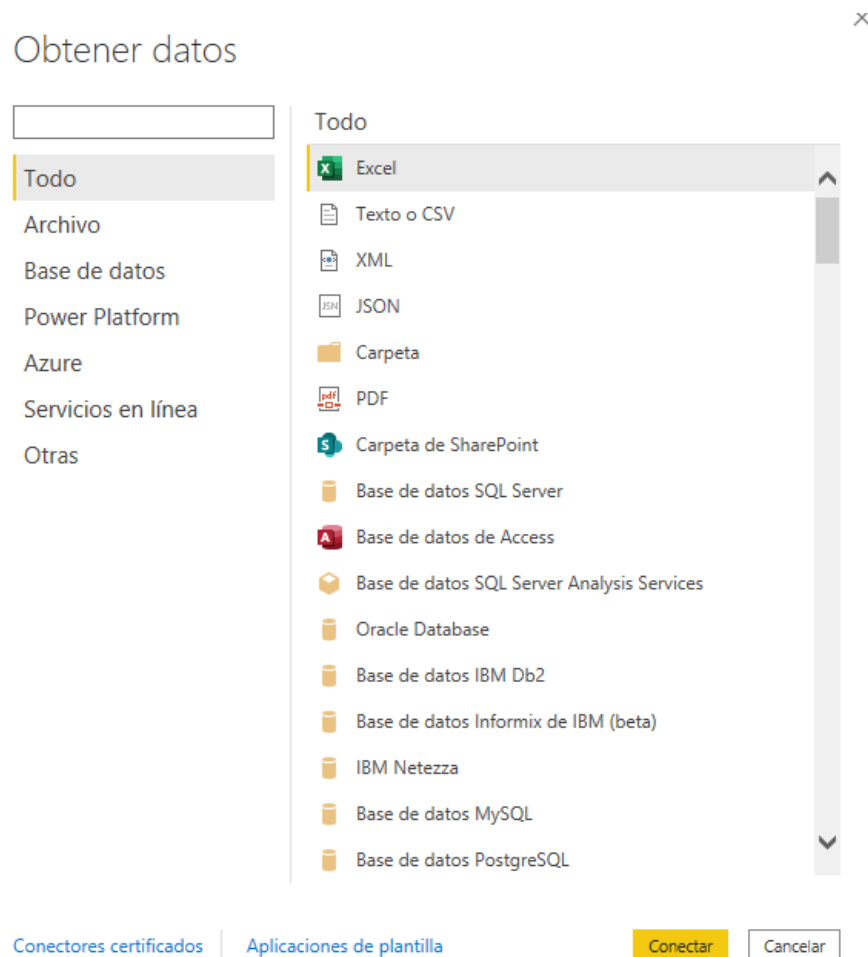


Figura 11. Formatos conexión a Power BI.

Una vez escogido, se indicará la forma en la que se quiere importar. En este caso como es una base de datos se solicita el servidor y base de datos, a continuación, pide el usuario y contraseña para tener acceso. En la figura 12 se puede observar el proceso de conexión.

Base de datos PostgreSQL

Servidor

Base de datos

Modo Conectividad de datos ⓘ

☒ Importar

☐ DirectQuery

▶ Opciones avanzadas

Aceptar

Cancelar

Figura 12. Credenciales para conexión a base de datos Power BI.

Como se ha comentado antes, en este caso es donde hay que seleccionar el modo de importación de los datos, marcando la casilla de “Importar” o “Direct Query” según se desee.

Una vez se conecta aparecerá la base de datos con las tablas que aparecen disponibles. Se puede ver una vista previa de estas como se muestra en la figura 13, que ayudará a seleccionar las tablas con las que se va a trabajar. Además, antes de importarlas se pueden realizar modificaciones en estas e importar únicamente los datos que se vayan a utilizar. Posteriormente también se pueden editar en caso de que se sigan realizando modificaciones.

Opciones de presentación ▾

10.21.34.206:5432: postgres [7]

☐ public.pg_stat_statements

☐ openiot.cabinapintura

☐ openiot.celulas

☐ openiot.descripciones_2

☐ openiot.piecsnok

☐ openiot.soldadoras_cefa

☐ openiot.x002f

openiot.x002f

recvtimets	recvtime	fiwareservicepath	entityid	en
null	09/01/2021 0:47:12	null	cefa.inyectora.037	
null	09/01/2021 0:47:12	null	cefa.inyectora.037	
null	09/01/2021 0:47:12	null	cefa.inyectora.037	
null	09/01/2021 0:47:12	null	cefa.inyectora.037	
null	09/01/2021 0:47:12	null	cefa.inyectora.037	
null	09/01/2021 0:47:12	null	cefa.inyectora.037	
null	09/01/2021 0:47:12	null	cefa.inyectora.037	
null	09/01/2021 0:47:12	null	cefa.inyectora.037	
null	09/01/2021 0:47:12	null	cefa.inyectora.037	
null	09/01/2021 0:47:12	null	cefa.inyectora.037	

Figura 13. Tablas obtenidas del servidor.

La gran cantidad de plataformas con las que se puede conectar Power BI da una gran flexibilidad a la hora de realizar los informes, ya que se puede unificar en un dashboard información de diferentes fuentes de datos. Esto ayudará a realizar informes más completos con un mayor número de variables que poder comparar y por lo tanto se tendrá más información a la hora de tomar decisiones.

3.1.2 Tablas de datos

Una vez se han importado las diferentes tablas de la base de datos se van a realizar las diferentes relaciones entre ellas para que, a la hora de filtrar, por ejemplo, por parámetros se obtenga el resultado deseado. Para poder realizar las relaciones hay que ver qué tipos de datos hay en cada tabla y como los tratarlos.

En primer lugar, se encuentran dos tablas descriptivas, estas tablas son conocidas como tablas ‘Máster’, en ellas aparecen valores como puede ser de nombre de inyectora o descripciones de parámetro para cada inyectora de manera única. En la figura 14 aparecen las diferentes inyectoras clasificadas en su célula (zona de trabajo) y los parámetros asociados a cada inyectora. Esto ayudará más tarde con la tabla de datos para poder filtrarlos como se desea.

entitytype	entityid	celula	model	Inyectoras	parametro	descripcion	tipo	entityid	correctfactor	printexclude
inyectora	cefa.inyectora.034	Cuatro	CC100	Inyectora 034	CPx	Longitud de cojin	inyectora	cefa.inyectora.046	1	False
inyectora	cefa.inyectora.036	Engel	CC100	Inyectora 036	CPx	Longitud de cojin	inyectora	cefa.inyectora.049	1	False
inyectora	cefa.inyectora.037	Engel	CC100	Inyectora 037	CPx	Longitud de cojin	inyectora	cefa.inyectora.055	1	False
inyectora	cefa.inyectora.046	Cuatro	CC100	Inyectora 046	CPx	Longitud de cojin	inyectora	cefa.inyectora.057	1	False
inyectora	cefa.inyectora.049	Meriva	CC100	Inyectora 049	CPx	Longitud de cojin	inyectora	cefa.inyectora.059	1	False
inyectora	cefa.inyectora.055	Opel	CC100	Inyectora 055	CPx	Longitud de cojin	inyectora	cefa.inyectora.060	1	False
inyectora	cefa.inyectora.057	Meriva	CC100	Inyectora 057	PHu	Presión hidráulica valor conmutación	inyectora	cefa.inyectora.034	1	False
					PHu	Presión hidráulica valor conmutación	inyectora	cefa.inyectora.036	1	False
					PHu	Presión hidráulica valor conmutación	inyectora	cefa.inyectora.037	1	False
					PHu	Presión hidráulica valor conmutación	inyectora	cefa.inyectora.041	1	False
					PHu	Presión hidráulica valor conmutación	inyectora	cefa.inyectora.043	1	False

Figura 14. Tablas de la base de datos de CEFA.

Además de estas dos tablas se añadirá una tabla que se ha realizado con un factor de corrección para cada parámetro (ver figura 15), esta tabla la se modificará en función de las consignas que se apliquen a cada parámetro. Este factor de corrección se utilizará para las visualizaciones de los gráficos posteriores en Power BI.

Parámetro	Corrección
C3u	1
CPx	1,25
PHu	1
H1x	1,03
H2x	1,03
H3x	1
H4x	1
H5x	1
H6x	1

Figura 15. Tabla con factores de corrección.

Por otro lado, está la tabla con todos los datos que importamos. En esta tabla (ver figura 16), para cada inyección aparecen los datos más importantes para realizar los cálculos posteriores.

- Recvtime, corresponde a la fecha con la hora de extracción del dato. Esto será útil para poder filtrar los datos en función del tiempo, dando además un orden lógico de las operaciones realizadas.
- Attrvalue, el valor correspondiente al parámetro extraído. Este valor será el que se utilizará para los cálculos estadísticos.
- Producto, el número identificativo de cada producto por el que filtrar después.
- Attrname, el nombre del parámetro extraído, también para los filtros posteriores.
- Entityid, el nombre y número de cada inyectora, de forma identificativa para saber con qué inyectora se está trabajando y elegir la que se desee.
- Nok, se utiliza para descartar las tres primeras piezas de arranque hasta que la máquina está lista para sacar piezas válidas.
- Estado, igual que la columna nok sirve para descartar piezas en semiautomático, es decir piezas que no están realizándose en el proceso en serie de inyección.

recvtime	1.2 attrvalue	1 ² 3 producto	A ^B attrname	A ^B entityid	nok	estado
30/03/2021 0:00:55	1003,900024	9713891	SFs	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	17,79999924	9713891	C3u	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	11	9713891	CPx	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	219,8000031	9713891	H5x	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	200,1000061	9713891	H6x	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	220	9713891	H3x	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	96,59999847	9713891	PVs	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE

Figura 16. Tabla con los datos seleccionados.

3.1.3 Limpieza de datos

El proceso de la limpieza de los datos es muy importante para hacer un correcto análisis posterior. Las tablas de datos que se han extraído en CEFA está compuesta por muchas columnas que a la hora de realizar la plataforma no utilizaremos, datos como pueden ser descripciones de parámetros u otras columnas que tenemos vacías. Por lo tanto, será importante que se descarten aquellas columnas que no se vayan a utilizar, además de tener las tablas más limpias ayudará con las peticiones a la base de datos y la memoria del equipo, ya que se estará seleccionando una cantidad menor de datos, teniendo solo los que sean realmente útiles.

Una vez se han importado las tablas se va a tratar la tabla eliminando los datos que no se vayan a utilizar y que no sean relevantes para los cálculos. Las tablas descriptivas como se utilizan para apoyarnos no será necesario limpiarlas, ya que aparecen todos los datos necesarios. La tabla con los datos en bruto tiene los campos que aparecen en la figura 17.

recvtimets	recvtime	fiwareservicepath	entityid
null	24/11/2020 6:30:06	null	cefa.inyectora.043
null	24/11/2020 6:30:06	null	cefa.inyectora.043
null	24/11/2020 6:30:06	null	cefa.inyectora.043
null	24/11/2020 6:30:06	null	cefa.inyectora.043
null	24/11/2020 6:30:06	null	cefa.inyectora.043
null	24/11/2020 6:30:06	null	cefa.inyectora.043

entitytype	attrname	attrtype	attrvalue	attrmd
inyectora	OelTx	null	48,79999924	null
inyectora	PNs	null	45,29999924	null
inyectora	SSx	null	209,1999969	null
inyectora	ZUs	null	79,19999695	null
inyectora	SKs	null	6171	null
inyectora	PHu	null	46,29999924	null

producto	molde	nok	estado
9911223	7861	FALSE	TRUE
9911223	7861	FALSE	TRUE
9911223	7861	FALSE	TRUE
9911223	7861	FALSE	TRUE
9911223	7861	FALSE	TRUE
9911223	7861	FALSE	TRUE

Figura 17. Tabla con los datos en bruto sin limpiar.

Una vez analizados los datos que aparecen de entrada se van a realizar diferentes transformaciones con ayuda del editor de Power Query que tenemos en nuestra aplicación. Las modificaciones que se realicen están listadas en una tabla que se puede ir modificando en caso de necesitar volver atrás como aparece en la figura 18.

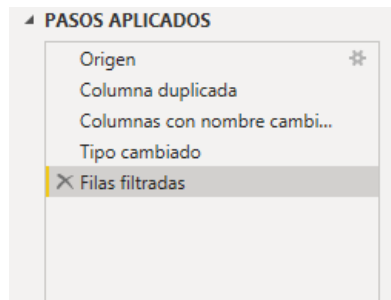


Figura 18. Pasos aplicados al transformar la tabla.

Después de realizar los cambios de la figura anterior se utilizarán los datos que aparecen en la figura 19.

recvtime	1.2 attrvalue	1.3 producto	A _C attrname	A _C entityid	nok	estado
30/03/2021 0:00:55	1003,900024	9713891	SFs	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	17,79999924	9713891	C3u	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	11	9713891	CPx	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	219,8000031	9713891	H5x	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	200,1000061	9713891	H6x	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	220	9713891	H3x	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE
30/03/2021 0:00:55	96,59999847	9713891	PVs	cefa.inyectora.046	FALSE	TRUE

Figura 19. Tabla con los datos seleccionados.

Los datos que se necesitará son, el tiempo en el que se realiza la extracción del dato para poder analizar por temporalidades diferentes. El parámetro y su valor asociado a cada inyectora y a cada diferente producto. Por último, el estado y nok, correspondientes con las piezas realizadas en semiautomático que no se tendrán en cuenta para nuestros cálculos.

Una vez se tiene todo como se desea se realizarán las relaciones de las tablas como aparece en la figura 20, para que después cuando se utilicen filtros en nuestro panel de Power BI funcionen correctamente y filtren solo los datos que se desea. A la hora de relacionar se debe tener en cuenta que partiendo de las tablas “Máster” se va hacia las tablas con los datos el bruto. Por ejemplo, en la tabla openiot_celulas aparecen las inyectoras de forma única, esta tabla filtrará todas las veces que aparecen estas inyectoras en la tabla con los datos, teniendo así los valores que se desean para realizar los cálculos.

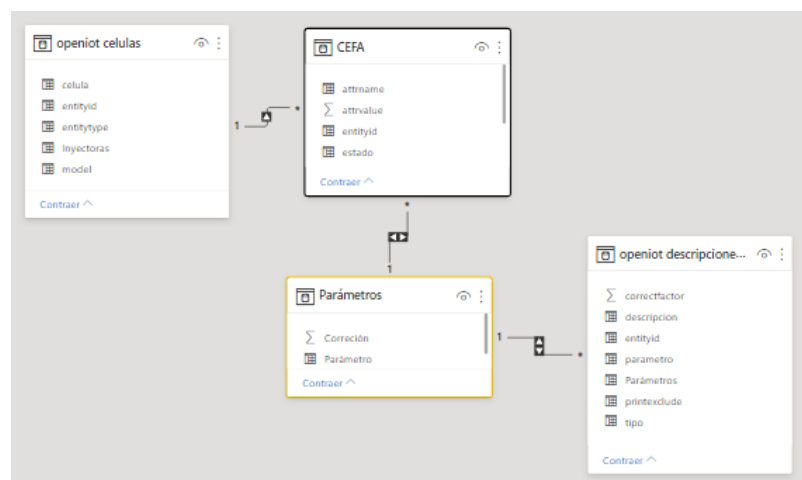


Figura 20. Relaciones entre tablas.

Una vez realizados estos pasos para una fábrica, CEFA en este caso, se realizará lo mismo para el caso de MRA, se importarán las tablas, se filtrarán como se desee y se relacionarán. Este proceso una vez hecho el de CEFA será simplemente repetirlo, ya que para MRA los nombres de las tablas y las estructuras son iguales.

Esta parte del proceso será la más tediosa y menos visual de este proyecto, se podría denominar la parte del back-end, todo ello con lo que no se interactúa, donde se procesa toda la información y se envía al usuario para visualizarla. Esta parte es necesaria para que una vez se comiencen a realizar los dashboards todo funcione correctamente sin necesidad de volver al principio para ver que puede estar fallando.

3.2 Interfaz Power BI

Esta parte de la plataforma correspondería con el front-end, la parte visual, los dashboards. En este caso es la parte con la que el usuario interactúa con la plataforma, donde se pueden cambiar filtros que se ejecutan internamente y después se ve el resultado en el dashboard.

Para hacer la plataforma lo más sencilla e interactiva posible se van a realizar varias páginas por las que poder desplazarse mediante botones intuitivos, de manera que cualquiera que acceda a la plataforma le resulte fácil navegar por ella.

En primer lugar, en la figura 21 aparece una especie de menú dividido por fábrica, teniendo así dos apartados, uno para CEFA y otro para MRA, las dos fábricas de la empresa. Esto se ha realizado así ya que los datos que se extraen de cada fábrica están en tablas diferentes y a la hora de analizarlos y relacionarlos posteriormente es mejor así.

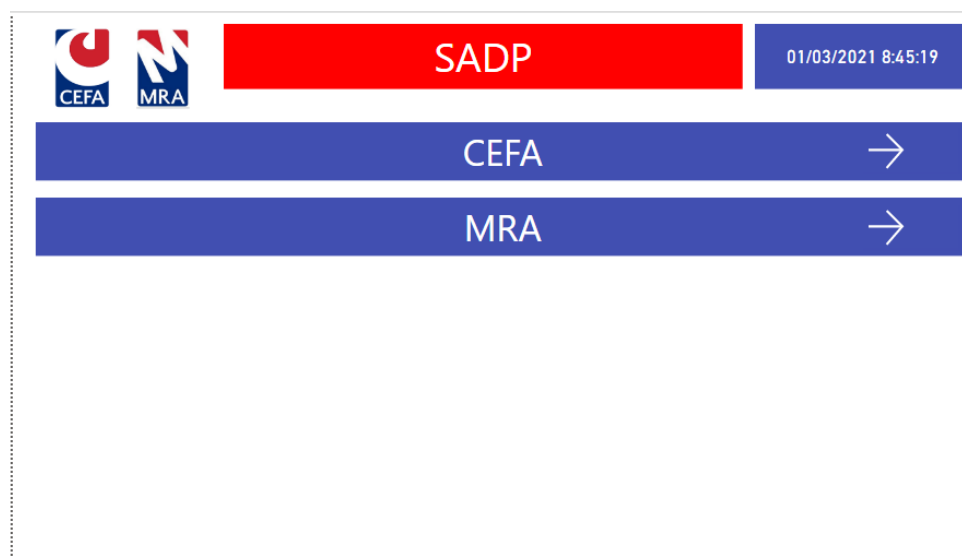


Figura 21. Inicio Power BI

Una vez aquí se puede navegar por cualquiera de las dos fábricas por medio de las flechas que actúan como botones. Cuando se accede al panel deseado se observa algo como lo que aparece en la figura 22.



Figura 22. Interfaz con la visualización de datos.

Como se puede ver esta interfaz es muy visual y fácil de comprender. El diseño de la interfaz se ha realizado con los colores de la empresa y buscando que sea intuitivo. Desde la empresa se ha decidido analizar los valores de media recorrido y desviación típica de cada producto, con estos estadísticos comprobaremos si el proceso es estable en el tiempo, lo que nos dará piezas lo más similares posibles y sin defectos.

3.3 Funcionamiento



Figura 23. Interfaz de Power BI

En primer lugar, en la figura 23 se ve en la parte superior que tipo de máquina se está analizando y la hora actual. Más abajo se encuentra la inyectora en concreto, junto con el producto y parámetro que se está analizando, todo esto se va a seleccionar por medio de los filtros que aparecen en la barra lateral izquierda. Cada tarjeta con valores corresponde a una fórmula DAX (lenguaje para los cálculos que usamos en Power BI), que se está ejecutando internamente para realizar el cálculo. A continuación, se va a analizar el resto de los componentes de la interfaz comentando las funciones que realiza cada uno.

3.3.1 Filtros

Los filtros son unos elementos muy importantes a la hora de analizar los datos. Por un lado, ayudan a seleccionar únicamente las máquinas o parámetros que se desean, además hará que la plataforma sea más funcional, ya que trabajando con grandes cantidades de datos la plataforma se ralentiza, sin embargo, al filtrar y utilizar solo los datos que se desean para realizará los cálculos de una forma más eficiente y rápida.

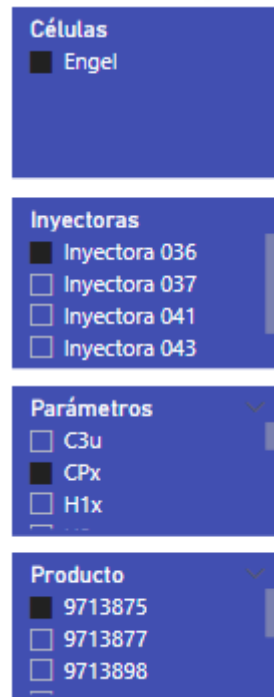


Figura 24. Filtros del dashboard.

El primer filtro que aparece en la figura 24 es el de las células. Cada parte de la fábrica está dividida por células de trabajo con sus diferentes inyectoras, este filtro ayuda a seleccionar solo una zona en concreto. En segundo lugar, están las inyectoras, dentro de cada zona se pueden encontrar diferentes inyectoras, por lo tanto, con este filtro se elegirá la máquina en concreto que se quiere analizar. A continuación, aparecen los diferentes parámetros que se extraen de cada inyectora. Como se ha visto antes cada tipo de inyectora puede extraer unos determinados parámetros, por lo tanto, aquí se filtra en concreto el que se desea analizar. Por último, se observan los productos, cada inyectora fabrica productos diferentes con sus moldes. Aquí se filtrará el producto que se desea ver para analizar su fabricación.

Los filtros deben estar bien relacionados en las tablas de datos para que filtren los datos que se quieren obtener, si no están bien filtrarán datos que no serán válidos y realizará los cálculos de manera incorrecta.

3.3.2 Contenido y cálculos

Una vez se ha seleccionado lo que se va a analizar pasamos al contenido. En el informe se puede ver que desde producción se ha decidido analizar la media, recorrido y desviación para cada parámetro y producto. Para ver que la producción es estable se van a tomar los datos de los últimos 50 ciclos como valor actual y se comparará con los datos del último día, semana y mes de producción, tomando estos espacios temporales como el tiempo que trabaja ese producto, es decir no son días físicos. Por eso, justo debajo de los cálculos aparecen las fechas entre las que se están tomando los datos para hacer los cálculos (Figura 23)

Estos cálculos están realizados en base al tiempo de ciclo de cada producto, es decir para cada producto se tomarán los datos necesarios. Para realizar este cálculo se toma el espacio temporal sobre el que se quiere realizar el cálculo y se divide entre el tiempo de ciclo, obteniendo así una cantidad de ciclos diferente para cada producto. Un producto con un tiempo de ciclo menor necesitará más cantidad de datos y uno con un tiempo mayor, al contrario. Los cálculos se realizan en medidas, lo que sería equivalente a una celda de Excel donde se escribe una fórmula y realiza el cálculo, estas medidas están agrupadas como se puede ver en la figura 25.

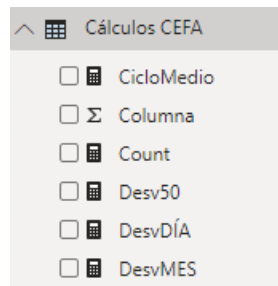


Figura 25. Medidas con los cálculos.

Se van guardando en una tabla donde se van metiendo todos los que sean necesarios. Los cálculos se realizan con la función CALCULATE de Power BI, en la documentación se muestra como aparece en la figura 26 [20]. La función toma una primera expresión que en este caso será la media, desviación o recorrido, y después toma unos filtros. Además de esta, se han utilizado otro tipo de funciones, pero esta es la más común y con la que se pueden obtener prácticamente todo lo que se quiera.

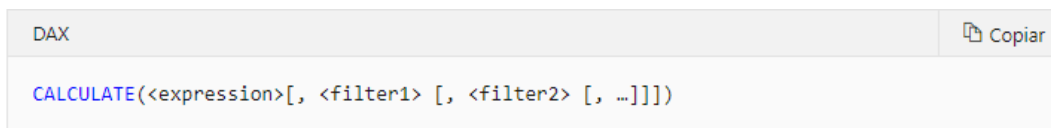


Figura 26. Expresión DAX Calculate. [12]

En el caso de querer realizar un cálculo con una función que no se conoce se acudirá a la documentación de Microsoft, allí están todas las funciones explicadas con todos los parámetros que intervienen en ellas. Por lo tanto, para realizar los diferentes dashboards previamente se ha dedicado un tiempo de lectura de la documentación y búsqueda de lo que se desea, además de probar varios tipos de funciones hasta obtener el resultado adecuado.

El procedimiento para realizar cualquier cálculo con la función anterior sería el que aparece en la figura 27. En primer lugar, se ha calculado el ciclo medio. Lo que hace la siguiente fórmula es tomar todos los datos de ciclo del producto que se seleccionan y realiza la media, filtrando por “ZUs” que es el valor asociado al ciclo de cada producto.

```
CicloMedio = CALCULATE(AVERAGE(CEFA[atrvalue]) , ALLEXCEPT(CEFA, CEFA[producto]), CEFA[atrname]="ZUs")
```

Figura 27. Expresión de un cálculo.

Una vez se ha calculado el ciclo medio, se calculará las diferentes medidas estadísticas que se quieren, todas ellas se calculan de forma similar. Por ejemplo, en la figura 28 aparece la fórmula para calcular la desviación estándar se utiliza la expresión adecuada (en este caso STDEV.S) y se filtrará con TOPN. TOPN filtrará los primeros valores por orden cronológico con los que se quiere realizar el cálculo. Hay que indicarle cuantos valores se van a utilizar, esto se hace tomando los segundos que hay en un día, semana o mes (en este caso 86400 para el día) y dividiéndolo por el tiempo de ciclo medio (calculado anteriormente) también en segundos, se obtendría el resultado de datos que se tomarán para hacer ese cálculo.

```
DesvDÍA = CALCULATE(STDEV.S(CEFA[attrvalue]), TOPN(86400/[CicloMedio],CEFA,CEFA[recvtime]))
```

Figura 28. Cálculo desviación del día.

Se hace lo mismo para cada tipo de cálculo estadístico. Para el caso de la media utilizando AVERAGE y en el recorrido realizaríamos el MAX-MIN. Todos ellos filtrando como se ha explicado por su diferente espacio temporal.

3.3.3 Gráficos

Por último, en la parte de abajo del panel están los diferentes gráficos que muestran los límites establecidos en base a los criterios elegidos. Estos podemos verlos en la figura 29.

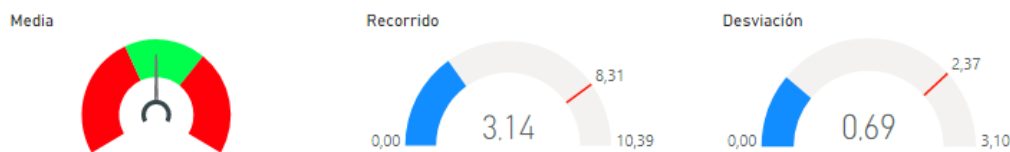


Figura 29. Gráficos circulares con los cálculos estadísticos.

Para realizar esta parte se han tomado los objetos visuales de Power BI. Los de recorrido y desviación son por defecto del propio software, sin embargo, el de media se ha tenido que descargar de la galería de visualizaciones disponible en Power BI, ya que se buscaba un gráfico que permitiese poner límites superiores e inferiores.

Configurar los objetos visuales es muy sencillo. Como se puede ver en la figura 30, se indica en cada caso los diferentes parámetros que intervienen y simplemente hay que arrastrar las medidas que se han calculado previamente. Los límites que se ven están tomados en función de los criterios elegidos, son variables y dependen del valor que tenemos en los cálculos de los espacios temporales, en este caso los de día.

The screenshot shows the configuration panel for a gauge chart in Power BI. It includes fields for 'Valor' (set to Desv50), 'Valor mínimo' (with a button to 'Agregar campos de datos a...'), 'Valor máximo' (set to MaxDesv), and 'Valor de destino' (set to LimiteDesv). Each field has a dropdown arrow and a close button (X).

Figura 30. Características de gráfico.

3.4 Conclusiones Power BI

Power BI es un buen software para la creación de dashboards interactivos donde poder visualizar los datos que se precisen, interactivo y editable para adaptarlo al consumidor. Sin embargo, una vez se ha avanzado con la plataforma y completado las primeras visualizaciones, han ido apareciendo problemas, sobre todo referentes a la cantidad de datos a importar y las conexiones con el servidor. Estos problemas que han ido surgiendo han hecho pensar que se debería cambiar de software para realizar la plataforma de forma que fuese más eficiente y funcional.

Los principales problemas que se han visto han sido debidos a la importación de datos, han aparecido problemas con las conexiones del servidor, lo que hacía que fuese lento y no calculase los estadísticos bien. Por otro lado, no se pueden utilizar las funciones de inteligencia temporal, esto también ha limitado a la plataforma. Además, cada visualización no se puede adaptar a los diferentes criterios de los parámetros que se proponen desde la empresa.

El trabajo realizado puede seguir utilizándose si en algún momento se necesita, pero para seguir con el proyecto se ha decidido pasar a la plataforma de Grafana, para poder monitorear todo a tiempo real, además las conexiones son más estables y no hay problemas al conectar con el servidor.

Académicamente la plataforma de Power BI ha sido muy enriquecedora, pero para trabajar con grandes cantidades de datos tiene limitaciones. Este software podemos utilizarlo para estudiar sobre el estado de una empresa, ya puede ser por departamentos y analizar por ejemplo la productividad, o también para conocer las ventas del negocio y que vendedor es el que más genera. Se pueden realizar grandes dashboards para analizar todo esto, pero cuando se habla de millones de datos extraídos en pocos días, no es una herramienta muy eficiente.

4. Grafana

Grafana [15] es una herramienta de código abierto donde se puede visualizar y analizar datos. La principal ventaja de Grafana frente a Power BI es que se pueden monitorizar los datos a tiempo real, además la parte más importante y útil será el sistema de alertas que tiene, para que en el momento que ocurra algo pueda avisar de alguna irregularidad en el proceso.

Dado que se han encontrado limitaciones en Power BI, se van a crear unos dashboards similares en Grafana para poder visualizarlos de manera interna. La ventaja que tienen las plataformas de código abierto es que hay una comunidad de personas que crean visualizaciones y las publican para que cualquiera que lo vea pueda descargarlo y utilizarlo en sus dashboards, además de tener la opción de poder crear los tuyos propios.

4.1 Plataforma Grafana

La plataforma de Grafana tiene un sistema de carpetas por el que navegar, similar al que se puede encontrar en un directorio de Windows. Dentro de las carpetas se encuentran diferentes dashboards. En estos dashboards hay diferentes apartados, diferenciados por máquina, se pueden ver los datos de funcionamiento, todos estos datos de forma gráfica y por último un panel en el que ver las últimas alertas de fallo de máquina.

En los paneles de la figura 31 y 32 se puede ver el estado de cada parámetro y máquina de forma dinámica, aparecen las gráficas con el producto que está trabajando y todos los datos de los parámetros. Este panel ofrece mucha información, pero no está muy bien estructurada, ya que hay que ir gráfica por gráfica comprobando lo que se quiere ver. Estos paneles son los que se realizaron en [1]. A partir de estos se ha ido mejorando e implementado nuevas características más visuales.



Figura 31. Interfaz de Grafana.



Figura 32. Interfaz de Grafana (2)

Un panel que se ha añadido y que da información similar a la que se puede encontrar en el Power BI es el siguiente. En el panel de la figura 33 se observa como filtrando por inyectora, producto y molde se obtienen los resultados para la media, recorrido y desviación de cada uno.

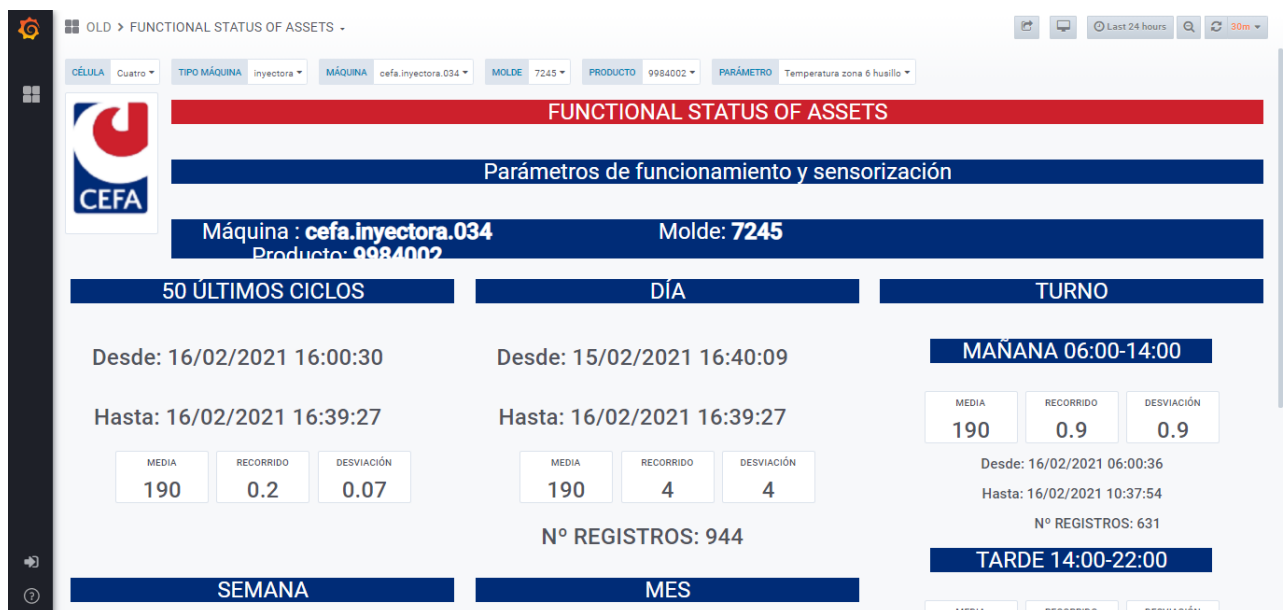


Figura 33. Dashboard con cálculos Grafana.

El siguiente panel (figura 34) muestra las alertas. En este caso, aparecen graficados los datos anteriores con sus diferentes límites que hacen que salte la alerta.



Figura 34. Panel con alertas de Gafana.

En la parte de la derecha aparecen las alertas activas de cada inyectora. Se pueden encontrar en varios estados como podemos ver en la siguiente figura:

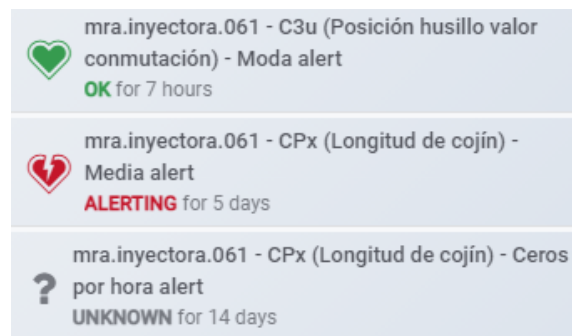


Figura 35. Estados de las alertas.

- OK, la alerta no salta desde el tiempo indicado.
- Alerting, la alerta saltó y lleva sin corregir ese estado desde entonces.
- Unknown, la alerta aún no ha ocurrido nunca, el sistema no la ha detectado y lo contabiliza como desconocido.

Por último, puede aparecer un estado de pausa en el caso de pararla y no alertar. Esto suele ser útil en el caso de que se haya modificado una alerta y las condiciones no sean las correctas, pudiendo hacer saltar una gran cantidad de alertas. En este caso se pausaría la alerta y se modificaría la consigna hasta ver que es correcta.

Esta parte de las alertas es lo que se debe analizar para conocer todo sobre el proceso de producción. Estos paneles en los que se muestran los gráficos de las alertas son simplemente informativos, ya que esta parte hay que analizarla de otra forma, con los correos que se envían cuando se encuentran variaciones de proceso.

4.2 Alertas

La parte más útil de Grafana para la actividad diaria van a ser las alertas. Además de los dashboards creados y todos los objetos visuales disponibles, las alertas juegan un papel fundamental sobre todo para la parte de producción del producto final, que es realmente lo que importa. De las alertas y los operarios que programan las máquinas va a depender que la producción sea adecuada o se encuentren más piezas con defectos.

Lo primero que se ha hecho es definir unos criterios desde producción por los que la pieza podría salir con defectos en función del parámetro y así tener unas premisas para el envío de alerta. Una vez decididas se ha hablado con Bosonit, la empresa que está colaborando con CEFA para realizar el proyecto y programa la parte de las alertas y Grafana. Esta parte del proceso es bastante analítica, se debe entender bien cómo funciona el proceso de inyección para a partir de ahí establecer unos criterios u otros.

Cuando una alerta cumple el criterio establecido se envía un correo con una foto de la gráfica donde aparece como supera el límite establecido y dice la razón por la que ha saltado, sería algo como lo que podemos ver en la siguiente figura.

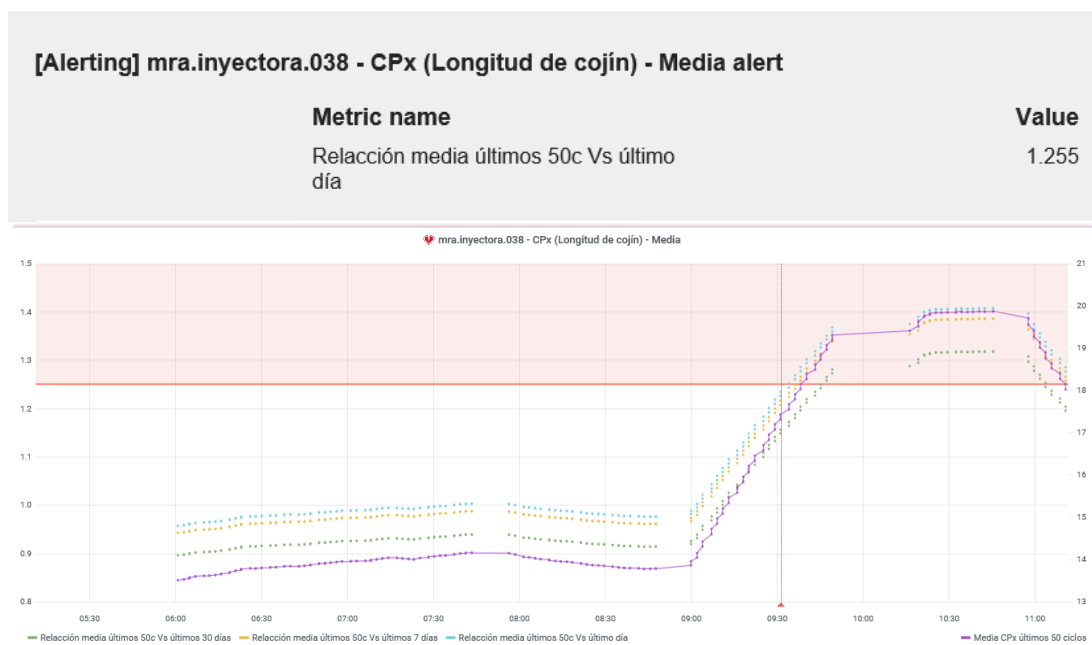


Figura 36. Alerta recibida en el correo.

En la parte de arriba del mensaje aparece la inyectora y parámetro por el que ha saltado. Después explica el motivo de esa alerta, en este caso la relación de los últimos 50 ciclos ha superado a la del último día y por lo tanto existe una inestabilidad en la producción que hace que envíe correo de alerta. El objetivo será implementar este tipo de alertas para todos los parámetros y conseguir que funcionen correctamente. Lo más complicado de esta parte es decidir el criterio por el que alertar, este se irá modificando en los Excels creados hasta afinar con la producción correcta.

Una vez se recibe la alerta el trabajo que se realiza es el de comprobar que está bien enviada, los motivos por los que se ha enviado y en caso de que sea necesario avisar a algún responsable. Estos correos son enviados a todos los responsables, sin embargo, es nuestra labor entender la alerta y poder avisar en caso de que sea necesario.

Gracias a los espacios temporales que se han ido recogiendo con el histórico de datos se pueden comprobar los valores con los que se estaba trabajando y así poder encontrar variaciones en las producciones actuales. Cuando se encuentra alguna variación en algún parámetro introducido por máquina puede ser para evitar que la pieza salga con defectos, pero si no se está trabajando con los parámetros que se venían trabajando habrá que buscar el motivo por el cual una pieza antes se producía de manera correcta y ahora no. Por lo tanto, antes que variar un parámetro habrá que realizar otras acciones como pueden ser limpiar el molde, crear escapes de gases, etc.

Este apartado se ha ido revisando de manera periódica. Por un lado, mediante reuniones semanales con Bosonit, en las que se comentaban los avances, las alertas que había que modificar y si los cambios se habían implementado de manera correcta. Por otro lado, cada quince días en CEFA con los responsables, haciendo un resumen de las alertas que se han recibido, comentando que se puede mejorar y que tipo de alertas no interesa que se reciban. Esta parte de ajuste de las alertas es muy importante para el proceso de digitalización y llevará tiempo ajustarlas como se desea.

4.3 Pantalla de alertas

Basándose en el panel del Power BI se ha realizado un panel similar en Grafana (Ver figura 37). En este caso este será al que se debería que acceder para ver el motivo de la alerta, comprobar que esté bien mandada y a partir de entonces, actuar si fuese necesario. En esta primera fase del proyecto como se están calibrando las alertas para que lleguen cuando sea necesario se encuentran situaciones que aparecen muchas alertas cuando realmente el producto está correcto. Es por lo que hay que ir afinando los criterios por los que estas salten, uno de los objetivos actuales y de futuro. Gracias al histórico creado en las hojas Excel se pueden ir probando cosas nuevas en base a prueba y error hasta llegar a unas alertas fiables y útiles.

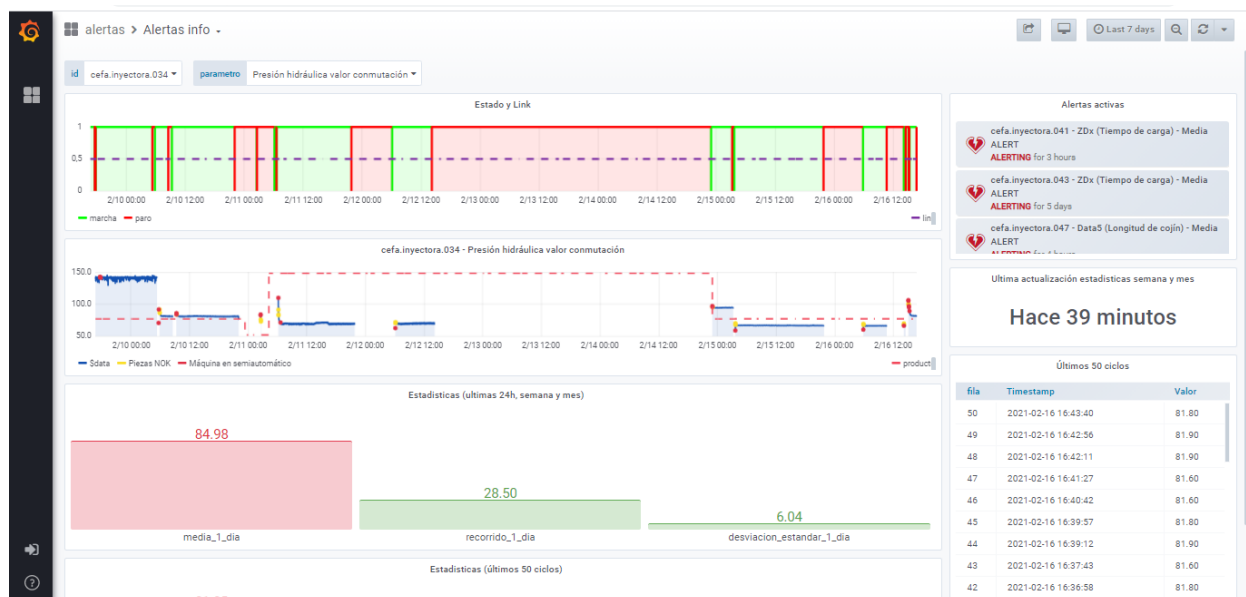


Figura 37. Dashboard para alertas.

Con la ayuda de Bosonit se ha realizado el siguiente panel para ver las alertas. Como se ha comentado, mediante las reuniones semanales se ha ido mejorando y modificando los diferentes dashboards. En este caso se disponía de un apartado en Grafana de pruebas donde se realizaban visualizaciones con una copia de la base de datos actual. De este modo se podían probar nuevas cosas sin alterar los dashboards creados y una vez se veía que funcionaba y que era útil se pasaba a implementar por parte de Bosonit. A continuación, se explicará el dashboard creado.

4.3.1 Estado y dato actual

En primer lugar, aparecen dos gráficos como se pueden ver en la figura 38. En el primer gráfico se muestra el estado de la máquina. En verde cuando está funcionando y en rojo cuando está parada. La línea discontinua morada corresponde con la conexión cuando envía datos, en este caso las máquinas que tienen conexión wifi al enviar los datos a veces aparecen micro desconexiones que no afectan al envío de datos.

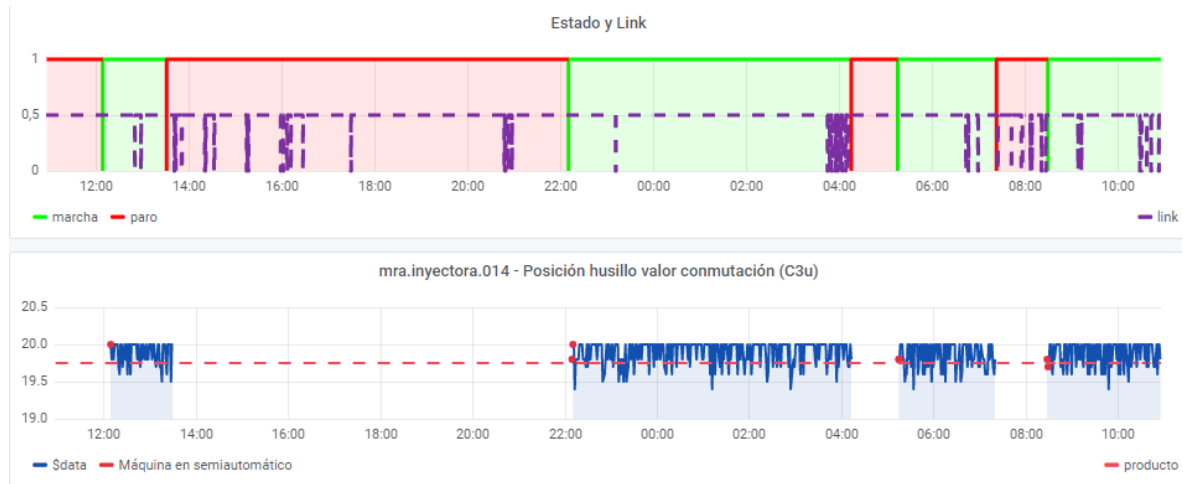


Figura 38. Gráficos con estado y parámetro.

La segunda gráfica representa los datos extraídos de la inyectora en cada momento. Aquí se puede ver en cada espacio temporal el valor del parámetro seleccionado. Estos gráficos son interactivos, es decir, se puede arrastrar con el ratón en un espacio concreto de tiempo y se ampliarán los datos, seleccionando solo los datos de ese periodo y haciendo los cálculos para esos datos en concreto. En este caso la gráfica que se observará será a la segunda. Ahí podemos ver si un proceso está siendo estable, o por el contrario tiene muchas variaciones y puede hacer que salte una alerta por esta situación. La línea discontinua roja representa un cambio de producto o de versión, esto ayudará a segmentar los datos de cada inyectora por producto, ya que cada producto tiene unos valores determinados y así no contaminar la base de datos cuando se filtra por producto con valores que no corresponden a este.

En la parte de arriba del dashboard están los filtros, igual que aparecían en Power BI en Grafana se pueden implementar por medio de variables para poder seleccionar por parámetro y máquina. Además de poder filtrar por estas variables también se podría hacer por espacio temporal, esto nos aparece a la derecha para poder seleccionar el espacio de tiempo deseado.

4.3.2 Cálculos estadísticos

En la segunda parte del dashboard se puede ver la parte de los cálculos estadísticos (Figura 39). En este caso aparece un apartado para los datos de los diferentes horizontes temporales (día, semana y mes) y por otro lado el correspondiente al momento actual (50 últimos ciclos).

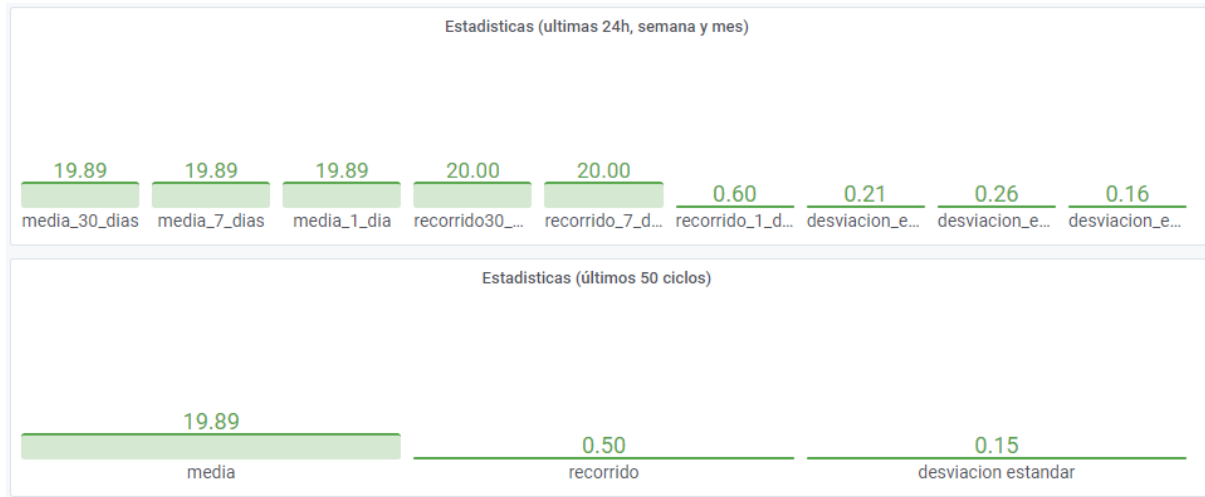


Figura 39. Cálculos estadísticos

Cuando aparece una alerta se puede ver en los datos si ha saltado correctamente. En principio la parte del cálculo siempre debería estar bien hecha, sin embargo, en la práctica hay muchas veces que se puede haber modificado algo y la visualización aparece con otro dato o estamos realizando mal la Query, esto puede hacer creer que la alerta está mal enviada, pero resulta ser un fallo en la visualización. Este tipo de fallos cada vez son menores porque se están corrigiendo, sin embargo, al principio del proyecto esto era algo más común.

Como las alertas se han planteado de forma que se comparan los últimos 50 ciclos con respecto a los otros espacios temporales aparecen en dos apartados diferentes para que sea más sencillo de ver y comparar.

4.3.3 Valores de inyección

Por último, aparecen los valores en cada instante de los parámetros de cada inyección (Figura 40). En la barra lateral están los correspondientes a los 50 últimos ciclos, donde se puede ver rápidamente qué valores se están recibiendo y por cual puede haber saltado la alerta.

Últimos 50 ciclos		
fila	Timestamp	Valor
27	2021-04-08 10:36:57	8.40
26	2021-04-08 10:35:47	10.30
25	2021-04-08 10:34:36	10.80
24	2021-04-08 10:33:26	11.00
23	2021-04-08 10:32:15	10.50
22	2021-04-08 10:31:04	9.80
21	2021-04-08 10:29:53	8.80
20	2021-04-08 10:28:42	7.70
19	2021-04-08 10:27:32	11.00
18	2021-04-08 10:26:21	10.70

Figura 40. Valores últimos 50 ciclos.

Alguna de las se están comparando con los datos de ciclo actual por lo tanto es importante tenerlos accesibles visualmente para las comprobaciones.

En la parte de abajo aparece un desplegable en el que se muestran todos los datos correspondientes a los diferentes espacios temporales de día, semana y mes, por si se necesitase consultar alguno en concreto. Con este desplegable se puede ver con que datos se estaba trabajando en otro espacio temporal de manera sencilla sin tener que buscar en las gráficas las fechas en concreto. Esto se puede ver en la siguiente figura.

Datos Últimas 24 horas			Datos Últimos semana			Datos último mes		
fila	Timestamp	Valor	fila	Timestamp	Valor	fila	Timestamp	Valor
1284	2021-04-08 11:05:15	10.20	8989	2021-04-08 11:05:15	10.20	38525	2021-04-08 11:05:15	10.20
1283	2021-04-08 11:04:04	8.60	8988	2021-04-08 11:04:04	8.60	38524	2021-04-08 11:04:04	8.60
1282	2021-04-08 11:02:53	10.30	8987	2021-04-08 11:02:53	10.30	38523	2021-04-08 11:02:53	10.30
1281	2021-04-08 11:01:44	10.90	8986	2021-04-08 11:01:44	10.90	38522	2021-04-08 11:01:44	10.90
1 2 3 4 5 6 7 8 9			1 2 3 4 5 6 7 8 9			1 2 3 4 5 6 7 8 9		

Figura 41. Historial datos por día, semana, mes.

4.4 Creación del dashboard

Para la creación del dashboard se utilizarán consultas en lenguaje SQL en Grafana. El editor de las consultas es algo como lo que aparece en la siguiente figura.



Figura 42. Creación de gráficos en Grafana.

En la parte de arriba aparece la gráfica que se está pintando y en la parte de abajo la consulta que se realiza para pintar el gráfico. En el editor de consultas se pueden poner tantas consultas como se quiera. En este caso se están realizando dos, en la primera se toman los datos del valor del parámetro (dato azul) y la segunda consulta corresponde con el producto que está en ese momento (línea discontinua roja). En este caso se ve claramente que cuando hay un cambio de producto (valor de la línea roja cambia) también aparece una variación en los datos del parámetro ya que se trata de un producto completamente diferente que trabaja con otros valores.

La consulta para los valores se muestra a continuación en la figura 43.

```
SELECT
    recvtime AS "time",
    attrvalue,
    attrname
FROM openiot.x002f
WHERE
    attrname = '$parametro' and
    $__timeFilter(recvtime) AND
    entityid = '$inyectora'
ORDER BY time
```

Figura 43. Consulta para la creación de gráficos.

En la consulta se está seleccionando los valores que se necesitan, en este caso el espacio temporal (recvtime), el valor numérico del parámetro (attrvalue) y por último el nombre del parámetro (attrname) de la tabla dónde están esos valores (openiot.x002f). Una vez se toman esos datos, se le indica que el nombre del parámetro lo tome como filtro y la inyectora igual. Se ordenan los valores por tiempo y el resultado será la gráfica azul que aparece en la figura 42.

Para el apartado de los cálculos estadísticos se haría de forma similar, se puede ver en la siguiente figura.

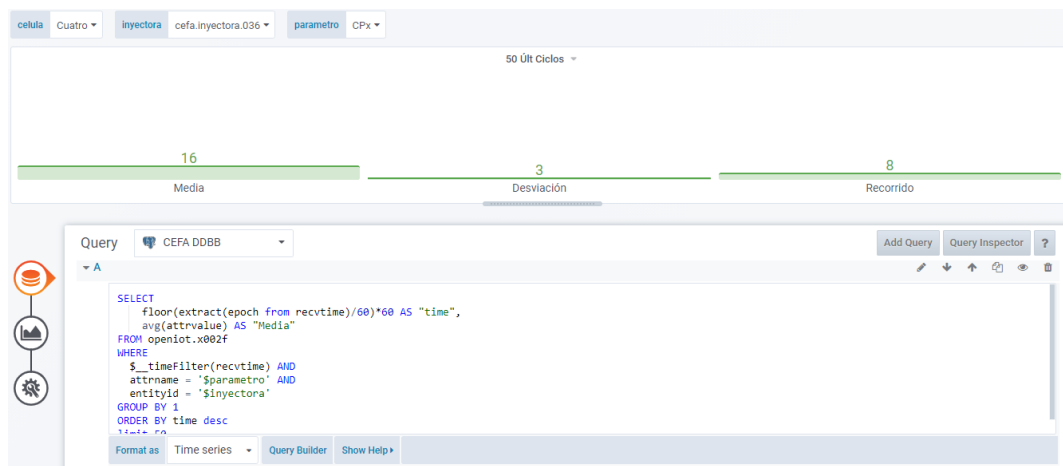


Figura 44. Creación de gráficos estadísticos.

Este tipo de visualizaciones muestran el valor numérico de un cálculo y una especie de columna de forma que se ve el nivel con respecto a los otros cálculos. En este caso cada columna con su valor corresponde a una Query diferente. En la figura 45 se puede ver el siguiente ejemplo con la Query de la media:

```
SELECT
    recvtime AS "time",
    avg(attrvalue) AS "Media"
FROM openiot.x002f
WHERE
    attrname = '$parametro' AND
    entityid = '$inyectora'
GROUP BY 1
ORDER BY time desc
limit 50
```

Figura 45. Consulta de cálculos estadísticos.

Como se puede ver se está calculando el valor de la media (avg(attrvalue)) de la tabla openiot.x002f. Igual que en las otras peticiones se han relacionado las diferentes variables que aparecen en el panel (\$parámetro e \$inyectora) y por último se ha puesto un límite de filas que selecciona (limit 50) para hacer el cálculo de los últimos 50 ciclos. Se realizará un cálculo similar para los otros cálculos, stddev(attrvalue) para el caso de la desviación y max(attrvalue) - min(attrvalue) para el del recorrido.

Por último, para ver los datos listados en este caso se elige una visualización de tabla como aparece en la siguiente figura.

Últ 50 ciclos

Time ▼	Valor
2021-04-09 21:36:22	11.58
2021-04-09 21:35:44	11.97
2021-04-09 21:34:08	12.17
2021-04-09 21:33:21	11.63
2021-04-09 21:32:33	9.73
2021-04-09 21:31:45	8.91
2021-04-09 21:30:58	6.67
2021-04-09 21:30:10	9.73
2021-04-09 21:29:22	7.37

```
SELECT
  recvtime AS "time",
  attrvalue as "Valor"
FROM openiot.x002f
WHERE
  attrname = '$parametro' and
  $__timeFilter(recvtime) AND
  entityid = '$inyectora'
ORDER BY time desc
limit 50
```

Figura 46. Creación de lista de datos y consulta SQL.

En este caso la consulta sería similar a la anterior, pero sin realizar ningún cálculo estadístico. Combinando los diferentes tipos de visualizaciones con las consultas que se realizan a la base de datos se realiza el dashboard deseado de la pantalla de alertas.

4.5 Conclusiones Grafana

La plataforma de Grafana permite monitorizar todo lo que está ocurriendo en la empresa a tiempo real, por lo tanto, se ha considerado que es la herramienta más adecuada para lograr los objetivos. El planteamiento en un corto medio plazo va a ser seguir digitalizando el resto de maquinaria y de zonas de fábrica que hay para poder comprobar que la producción es siempre estable y que se está produciendo de manera correcta. Además, gracias al sistema de alertas que se irá mejorando, probando diferentes consignas se conseguirá mejorar el sistema de manera que solo alerte cuando realmente sea necesario.

La implementación de Grafana debe ser algo presente en todo el personal de CEFA, ya que cada departamento tiene una labor dentro de la empresa y es necesario que estén al tanto de las alertas que se puedan recibir. Por ejemplo, alguien de producción indicará que se ha cambiado un parámetro por el que ha saltado una alerta, si al realizar el cambio hay piezas que están saliendo defectuosas tendrá que ir calidad a mirar en qué momento ha saltado la alerta para comprobar en el lote de piezas que todo está correcto. Este flujo debe ser constante y por ello debe tener conocimientos toda la planta. En las últimas reuniones se han establecido unas pequeñas formaciones para todo el que esté en contacto con las alertas y así se pueda actuar a tiempo antes de tener una producción defectuosa.

Por otro lado, se debería tener a alguien dentro de la propia empresa que esté formado en la plataforma y sea capaz de realizar los cambios procedentes. Por mucho que se pueda ayudar a Bosonit con algún caso en concreto al final son ellos los que realizan muchos cambios y algunas veces hay cambios simples que ahorrarían mucho tiempo y que tardan varios días en implementarse por este motivo. Esto ayudaría a que el proyecto sea mucho más fluido y no se tenga dependencia de una empresa externa. En base a esto, se ha planteado a Bosonit la idea de crear un entorno interactivo con las alertas para poder modificarlas desde CEFA sin necesidad de que hagan de intermediario. Esto agilizaría muchos procesos lentos del proyecto actual.

Para este tipo de proyectos con una gran cantidad de datos se ha comprobado que es mejor frente a Power BI. Esto ha sido de gran ayuda para saber qué camino tomar a la hora de centrarse en una de las dos plataformas, ya que se estaba trabajando en paralelo con ambas y así se van a unificar todos los datos de la empresa en la misma.

Por último, con esta plataforma se está llegando a un control absoluto de lo que ocurre en la empresa, esto es muy positivo para la producción, ajustándolo poco a poco y haciendo mejoras en el tiempo se conseguirá detectar a tiempo piezas con defectos, fallos en máquinas que de otra forma no se podría detectar y todo ello realizando las entregas a los clientes con la certeza de que son piezas correctas, evitando así reclamaciones y consiguiendo una mayor confianza.

5. Ejemplo de aplicación

En el siguiente apartado se va a tratar en profundidad el estudio de una alerta, los motivos por los que puede alertar y los horizontes que se plantean una vez estudiado un caso en concreto.

Cuando aparece una alerta hay que observar que el envío sea correcto, es decir, comprobar en Grafana que los motivos están bien y no hay errores en la programación de la alerta. Este proceso debe realizarse cuando se realiza una implementación o cambio, a partir de entonces se debe tener claro que todas las alertas están bien programadas. Una vez comprobamos que la alerta ha sido enviada de manera correcta se avisa al operario a cargo de esa inyectora para que confirme si hay algún problema o si están todos los parámetros configurados de manera correcta. Asumiendo que está todo correcto, es decir que la alerta está bien mandada se pasará a analizar la situación.

En primer lugar, se estudiará el motivo de la alerta, es decir, si ha sido por una variación de algún parámetro durante la producción actual (media) o si en este caso ha sido por algún valor puntual durante el proceso (desviación). La casuística para esta situación puede ser muy variada en función del tipo de alerta y su lógica, en cada caso se observaría lo que fuese más conveniente. Para que resulte más fácil este proceso se han realizado unos protocolos que debe seguir el operario, estandarizando así este proceso e intentando llegar al problema.

Una vez se ha visto el motivo, se procederá a ver en Grafana el momento en el que aparece la variación mirando el histórico de datos en las diferentes gráficas o tablas observando los valores. Además de este parámetro se analizará si la variación de este afecta a los otros y el motivo por el que puede estar sucediendo esto. Una vez localizado el error se procederá a buscar una solución. Para llegar a saber lo que ha ocurrido se pueden utilizar herramientas asociadas a métodos lean como pueden ser los cinco porqués.

¿Por qué ha variado la producción?

- Porque ha variado un parámetro.

¿Por qué ha variado el parámetro?

- Porque las piezas salían con defectos.

¿Por qué salían con defectos?

- Porque el molde no estaba limpio y tenía impurezas.

¿Por qué no estaba limpio?

- Porque al finalizar la producción anterior no se limpió.

Este podría ser un procedimiento que seguir para llegar al origen de la alerta. En el día a día puede haber muchos tipos de fallos, los fallos más comunes que se han observado han sido los siguientes:

- Fallo humano, el operario puede introducir algún parámetro incorrecto, en este caso hay alertas que después de unos diez ciclos avisan si hay parámetros mal configurados.
- Piezas cortas, uno de los más comunes en la inyección de plástico, en este caso el material no llega a todo el molde y no compacta de manera adecuada. Puede haber variado la presión a la que se inyecta o podemos tener material que obstruye el paso en el husillo. Esto se vería reflejado en las temperaturas de máquina o en parámetros como el punto de conmutación o carga del husillo.
- Defectos en el molde, en este caso el molde puede tener suciedad o puede tener algún defecto, se debería revisar el molde, limpiarlo y repararlo.
- Rebaba en las piezas, muchas veces cuando se baja el punto de conmutación hay probabilidades de que las piezas no se inyecten con la presión adecuada y puede aparecer rebaba en las piezas. Esto se puede solucionar subiendo este parámetro, pero entonces no estaría trabajando con sus valores por defecto. La solución puede ser poner a alguien eliminando la rebaba y ver que puede estar ocurriendo.

Estos pueden ser los fallos más comunes que se han observado durante estos meses, además de estos siempre pueden aparecer otros, como se ha comentado observando un poco el historial de cada parámetro y conociendo el proceso de inyección siempre se debe encontrar la solución a estos defectos. En base a los defectos que aparecen también se deben estudiar las alertas, ya que se podría crear alguna en concreto para prevenir algún caso de los explicados. A continuación, se va a mostrar un ejemplo real con los datos que aparecerían en Grafana acompañados del correo con el envío de alerta.

En primer lugar, se recibiría un correo, con el motivo de la alerta. En este caso, como se puede ver en la figura 47, esta alerta ha saltado porque la longitud del cojín lleva varios casos consecutivos siendo mayor que la media del día, lo que indica que el cojín ha variado con respecto a la producción normal.

[Alerting] cefa.inyectora.037 - CPx (Longitud de cojín) - Desviación típica y media alert	
Metric name	Value
Casos consecutivos relación valor actual vs media del último	9.000
Relación desviación estándar últimos 50c Vs último día	1.792
Minutos encendido	15.433

Figura 47. Correo con alerta

Una vez se ha recibido esta alerta se iría a Grafana, y mirando las gráficas se podría intuir que ha ocurrido. En este caso como se puede ver en las figuras 48 y 49, el cojín ha variado claramente con respecto al que se estaba trabajando, esto se puede comprobar tanto gráficamente como en los valores de los cálculos estadísticos, lo que ha hecho que la alerta salte.

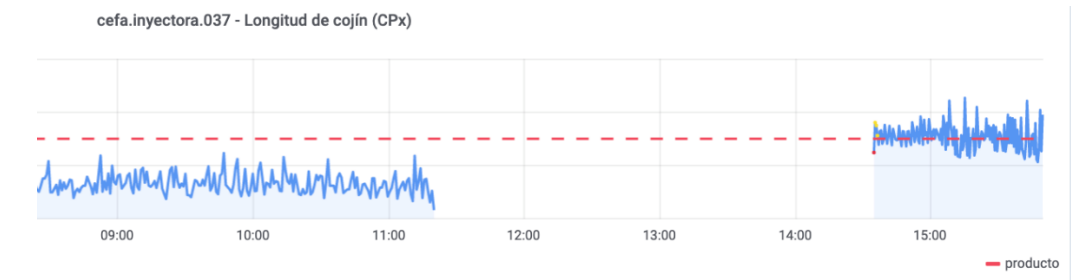


Figura 48. Gráfico valores cojín



Figura 49. Valores estadísticos cojín

Uno de los principales motivos por los que el cojín puede variar es por modificar el punto de conmutación, por lo tanto, se puede ir a ver el punto de conmutación en ese momento para ver si se ha cambiado. Como se puede ver en la figura 50 sí que ha variado.



Figura 50. Valores punto de conmutación

Cuando se ha observado esto se habla con el operario responsable para saber que ha podido ocurrir. Este debería repasar el check list que se ha creado en los casos que salten alertas, este sería el que aparece en la figura 51. En este caso comunica que han modificado a los valores que aparecen en la ficha del producto, es decir, se venía trabajando con unos valores incorrectos que podrían hacer que las piezas pudiesen salir mal. Por parte de calidad se revisarán las piezas de esta producción para ver que todas estén correctas y no se envíe ninguna con defectos a los clientes. Todas las alertas con su posterior resolución están apareciendo en los partes diarios para tener constancia.

Comodín:	Fecha:
Captura:	
<u>Cojín (CPx)</u>	
<input type="checkbox"/> Comprobar que la orden de BMS sea correcta. <input type="checkbox"/> Comprobar que la descompresión es correcta (está entre 5 y 10 mm). En caso contrario, aumentar sin generar gases. Verificar que los primeros 5 mm de velocidad de inyección al 80% <input type="checkbox"/> Comprobar que el valor de punto de conmutación no se ha modificado. <input type="checkbox"/> Comprobar que no haya fuga de material por la boquilla. <input type="checkbox"/> Comprobar que las presiones de post-presión sean correctas. <input type="checkbox"/> Comprobar antirretorno husillo. (Poner colada en boquilla y ver que la retiene) <input type="checkbox"/> Comprobar que el husillo carga el material correctamente y que el valor de carga es correcto. <input type="checkbox"/> Verificar que no haya material apelmazado en la tolva. <input type="checkbox"/> Comprobar que las temperaturas del molde son correctas. <input type="checkbox"/> Revisar que no sea un lote nuevo o cambio de materia prima.	
<div style="border: 1px solid black; height: 60px; width: 100%; margin-top: 10px;"> Observaciones: </div>	

Figura 51. Protocolo alertas cojín.

Cuando se ha comprobado que la alerta es correcta y que hay algo en el proceso que ha cambiado, se procederá a avisar al departamento adecuado según el defecto, para defectos superficiales se puede comunicar a calidad y para defectos en la inyección a producción. Una vez avisados, estos actuarán en consecuencia a la alerta, por un lado, podrán buscar en el contenedor de esa producción las piezas que hayan podido salir mal y retirarlas para que no le lleguen defectuosas al cliente final. Además, una vez retirado se procederá a ver que ha podido ocurrir, por qué se ha variado cierto parámetro o por qué estaba el molde en malas condiciones. A continuación, se buscará solventar esto para que no vuelva a ocurrir. Este es el proceso que se ha seguido para el estudio de la alerta anterior.

6. Conclusiones y líneas futuras.

El SADP es un proyecto de larga duración, en este trabajo se ha expuesto una fase inicial, en la que después de un año con la extracción de los datos y la posterior visualización de estos se está comenzando a mandar alertas del proceso productivo.

En un corto plazo se seguirá mejorando este sistema de alertas, una de las bases de este proyecto y que puede hacerlo muy útil a largo plazo. Mientras tanto, se seguirán digitalizando el resto de las máquinas. Una vez se conoce el proceso de como se ha realizado, será más sencillo replicarlo en otras zonas de nuestra fábrica. Además de esto, de cara a mejorar la modificación de las alertas se va a crear un entorno para poder utilizarlo en CEFA.

En un medio plazo uno de los objetivos sería que la planta entera sea consciente de las alertas y que actúen en base a ellas. Cuando esté todo el mundo actuando en base a esto lo ideal sería que se notase una mejora en la producción, que las piezas con defectos que se obtienen se detecten a tiempo y los fallos de máquina se puedan prevenir según las piezas obtenidas, aumentando la vida útil de las máquinas, mejorando los beneficios de la empresa reduciendo costes innecesarios y enviando a los clientes siempre el pedido correcto.

A largo plazo, el objetivo principal de este proyecto será que las máquinas se autorregulen solas, es decir, que si entra una alerta por algo que está fallando y se conoce el procedimiento para actuar la máquina pueda modificar automáticamente ese dato para que se vuelva al estado correcto. Para esta parte habrá que introducir técnicas de machine learning e inteligencia artificial.

El proceso de digitalización industrial es algo que acaba de comenzar y que, de aquí a unos años se empezará a ver sus frutos. A pesar de ser el futuro, siempre habrá un factor humano que tendrá que revisar que todo esté correcto, que no salgan piezas con fallos o reparar alguna máquina. La digitalización proporcionará una buena visión de lo que está ocurriendo en la industria, pero siempre deberá complementarse con personal capacitado y con conocimientos para poder mejorar en conjunto.

Estas mejoras en la industria en cualquier sector proporcionarán una capacidad de producción mayor, a gran escala, en todo el mundo servirá para poner el foco en otros objetivos como podrán ser mejoras adicionales en aspectos medio ambientales, ya que a mayor nivel de producción también se deberá tener en cuenta los residuos producidos, los niveles de energía que se consumirán y todo el impacto que esto puede conllevar en nuestro planeta. Por lo tanto, se debe tener el punto de mira en la producción sostenible. En definitiva, la digitalización industrial es un gran proceso de cambio del cual se verán sus frutos en los próximos años, una revolución que conllevará una mejora de la calidad de vida en general y de la parte industrial en particular.

7. Bibliografía

A continuación, se presenta la bibliografía y “webgrafía” de donde se han obtenido las referencias que aparecen en la memoria.

- [1] Rubén Molina Suñer. Sistema de extracción automático de datos de proceso productivo en Celulosa Fabril S.A. Trabajo fin de grado.
- [2] Deloitte. [Internet] ¿Qué es la industria 4.0? [Consulta: 14 enero 2021]
<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>
- [3] Aldakin. [Internet] Imagen industria 4.0. [Consulta: 14 enero 2021]
<http://www.aldakin.com/industria-4-0-que-es-ventajas-e-inconvenientes/>
- [4] Smarttravel. [Internet] Crecimiento económico digitalización. [Consulta: 12 mayo 2021]
<https://www.smarttravel.news/la-digitalizacion-supone-30-ciento-del-crecimiento-las-empresas/#:~:text=%EE%A0%A1-La%20digitalizaci%C3%B3n%20supone%20el%2030%20por%20ciento%20del%20crecimiento%20de,30%25%20del%20crecimiento%20de%20esta.>
- [5] Raúl Moreno, responsable de proyectos TIC. Incotec [Internet] España 2025. [Consulta: 12 mayo 2021]
<https://www.incotec.es/blog/papel-digitalizacion-empresas-espanolas/>
- [6] Wikipedia. [Internet] Producto mínimo viable [Consulta: 13 mayo 2021]
https://es.wikipedia.org/wiki/Producto_viable_m%C3%ADnimo
- [7] Mercado negro. [Internet] Imagen MVP [Consulta: 13 mayo 2021]
<https://www.mercadonegro.pe/respuestas/que-es-el-mvp-conoce-sus-caracteristicas/>
- [8] José Luis López. Desarrollo de una plataforma de business intelligence para los departamentos de producción y mantenimiento de Celulosa Fabril S.A. Trabajo Fin de Grado
- [9] Wikipedia. [Internet] Industria 4.0 [Consulta: 13 mayo 2021]
https://es.wikipedia.org/wiki/Industria_4.0
- [10] Wikipedia. [Internet] Inteligencia empresarial [Consulta: 13 mayo 2021]
https://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia_empresarial
- [11] Documentación SQL. [Internet]
<https://developer.mozilla.org/es/docs/Glossary/SQL>
- [12] Raspberry Pi. [Internet] Web oficial [Consulta: 18 enero 2021]
<https://www.raspberrypi.org/>
- [13] Fiware. [Internet] Web oficial [Consulta: 18 enero 2021]
<https://www.fiware.org/>
- [14] PostgreSQL. [Internet] Web oficial [Consulta: 11 marzo 2021]
<https://www.postgresql.org/>

- [15] Documentación Grafana. [Internet] Web oficial [Consulta: 11 marzo 2021]
<https://grafana.com/>
- [16] Wikipedidia. [Internet] Protocolo HTTP.
https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_transferencia_de_hipertexto
- [17] Archivo JSON. [Internet] Web oficial [Consulta: 11 marzo 2021]
<https://www.json.org/json-es.html>
- [18] Wikipedidia. [Internet] Dirección IP. [Consulta: 18 marzo 2021]
https://es.wikipedia.org/wiki/Direcci%C3%B3n_IP
- [19] Wikipedidia. [Internet] Dirección MAC. [Consulta: 18 marzo 2021]
https://es.wikipedia.org/wiki/Direcci%C3%B3n_MAC
- [20] Microsoft. Documentación Power BI. [Internet] Web oficial [Consulta: 18 enero 2021]
<https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/>
- [21] Microsoft [Internet] Lenguaje DAX [Consulta: 2 abril 2021]
<https://support.microsoft.com/es-es/office/expresiones-de-an%C3%A1lisis-de-datos-dax-en-powerpivot-bab3fbe3-2385-485a-980b-5f64d3b0f730>

8. Anexos

Anexo I. Estudio y modificación de una alerta.

Uno de los aspectos más importantes de este proyecto es el envío de las alertas. La visualización de los datos es importante, pero el envío de alertas es más aún, ya que se podrá saber al instante si algo ha cambiado en la producción. Por lo tanto, el análisis de las alertas se realiza constantemente, ya que van variando periódicamente y es necesario sacar conclusiones de que están siendo útiles y no hay demasiadas alertas sin valor. A la hora de estudiar las alertas el procedimiento ha sido el siguiente:

En primer lugar, establecer un criterio para el envío de alerta en una de las reuniones periódicas, en función de la importancia del parámetro para la producción (más o menos restrictiva). Comunicarlo a Bosonit para que lo implementasen en cuanto puedan. Una vez implementada, se realiza un análisis de las alertas de ese tipo que iban entrando. Comprobar que se estuviese realizando el cálculo tal y como se comentó. Cuando se observa que todo es correcto, investigar por qué pueden estar saltando estas alertas, hablando con producción por si se han realizado cambios en algún parámetro o era problema de la producción. Una vez analizado todo bien y viendo si es útil o no la alerta, pensar en la siguiente modificación de esta. Cuando se toma una decisión se comenta todo en la siguiente reunión.

Se repite el proceso hasta que se consiguen unas alertas fiables y que alerten cuando de verdad hay que hacerlo. Una de las cosas que se han observado es que al principio cuando implementas una alerta se tienen una gran cantidad de mensajes, sin embargo, la producción está siendo correcta, ya que las alertas eran muy restrictivas para la producción que había. Uno de los criterios que se acabó llevando a cabo fue poner criterios menos restrictivos, para que si realmente estaba saliendo algo mal avisase con motivo de ello.

El trabajo se ha centrado sobre todo en alertas como el CPx (longitud de cojín), un parámetro muy importante para que una pieza salga sin defectos. Al principio se pueden estar recibiendo unas 70 u 80 alertas de este parámetro al día. Hay que tener en cuenta que son muchas inyectoras y están las dos fábricas, pero, aun así, estábamos sobre alertados. Con las últimas modificaciones se ha conseguido rebajar este número de alertas a unas 5-10 alertas, cada vez con un porcentaje menor de falsas alertas.

Hay algún parámetro que depende de otro, esto implica que cuando uno puede alertar, el otro también puede hacerlo, lo que significa que hay varias alertas de una misma inyectora. Estos casos en los que hay dependencia también se están estudiando, para que en el caso de que ocurra algo con un parámetro que afecte a otro de una forma en concreta, no alerte o indique que es por un caso de estos como puede ser un corte de material o fin de producción. Para el caso del corte de material indicado el tiempo de dosificación (ZDx) aumenta saliéndose de la media y la longitud de cojín (CPx) tiende a cero y también nos alerta. Este caso se ha estudiado y se ha creado una variable llamada corte de material, en el momento que esta variable esté activa y ocurra lo indicado no se alertará.

Poco a poco se irá afinando las alertas hasta conseguir un sistema que realmente alerte cuando sea necesario, teniendo a toda la planta informada de tal fallo y corrigiéndolo a tiempo para obtener una producción sin defectos.

Anexo II. Power BI

Power BI dispone de un gran número de visualizaciones por defecto, además de ellas hay un Marketplace en el que se pueden descargar nuevas por si se necesitasen de otro tipo. En este caso se ha descargado un tacómetro que permitiese poner límites superiores e inferiores ya que alguna consigna de las alertas requería ambos límites (Ver figura 52).

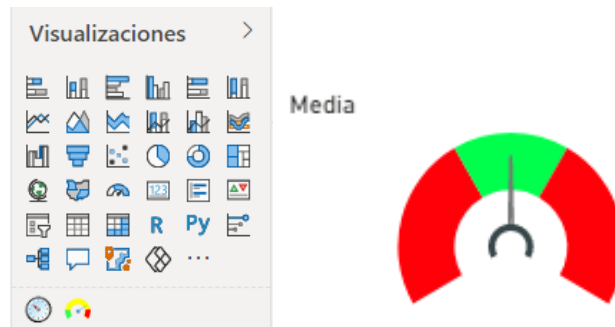


Figura 52. Tacómetro Power BI

Las diferentes visualizaciones tienen características que se pueden modificar. Aparecen en un lateral como aparece en la siguiente figura.

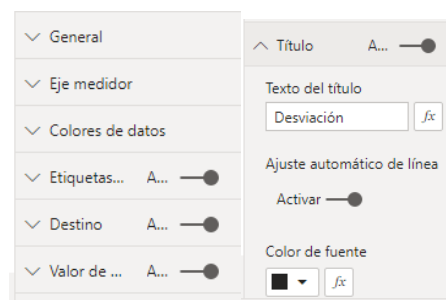


Figura 53. Opciones tacómetro

Como se puede ver es una interfaz similar a la que se puede encontrar en un Word, por lo que es bastante intuitivo y fácil de adaptarte si lo conoces. Se observa una gran variedad de características que se pueden modificar para hacerlo como se desee. Por otro lado, está el apartado de los valores que se añaden a las visualizaciones para mostrar posteriormente (Figura 54). Esto está formado por las medidas con los diferentes cálculos que se han creado anteriormente. Simplemente cogiéndolas y arrastrándolas a cada zona en la que se quieren poner el cálculo será suficiente.

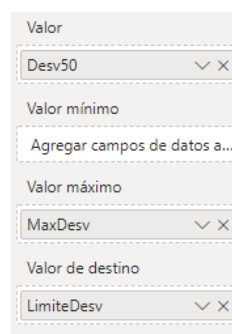


Figura 54. Cálculos para el tacómetro

Anexo III. Grafana

La plataforma de Grafana ha sido utilizada para crear dashboards con la monitorización de datos en tiempo real, así como poder mandar alertas cuando algo no vaya como se desea. Grafana por defecto presenta las visualizaciones de la siguiente figura.

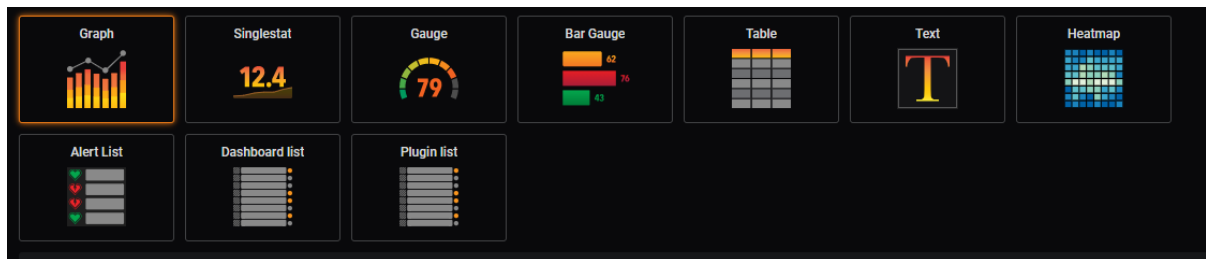


Figura 55. Visualizaciones Grafana

Todas ellas muy útiles para graficar cualquier cosa que se ocurra. En alguna ocasión quizás se va a necesitar otro tipo de visualización que no aparecen, en este caso, al ser Grafana un software de código abierto la comunidad publica sus propios plugins o visualizaciones diferentes como se puede ver en la figura 56. Se pueden crear una propia de manera local, o se puede compartir en la comunidad y que cualquiera pueda hacer uso de ella. Se iría a la página de Grafana y se buscaría y descargaría entre todas las opciones que allí aparecen.

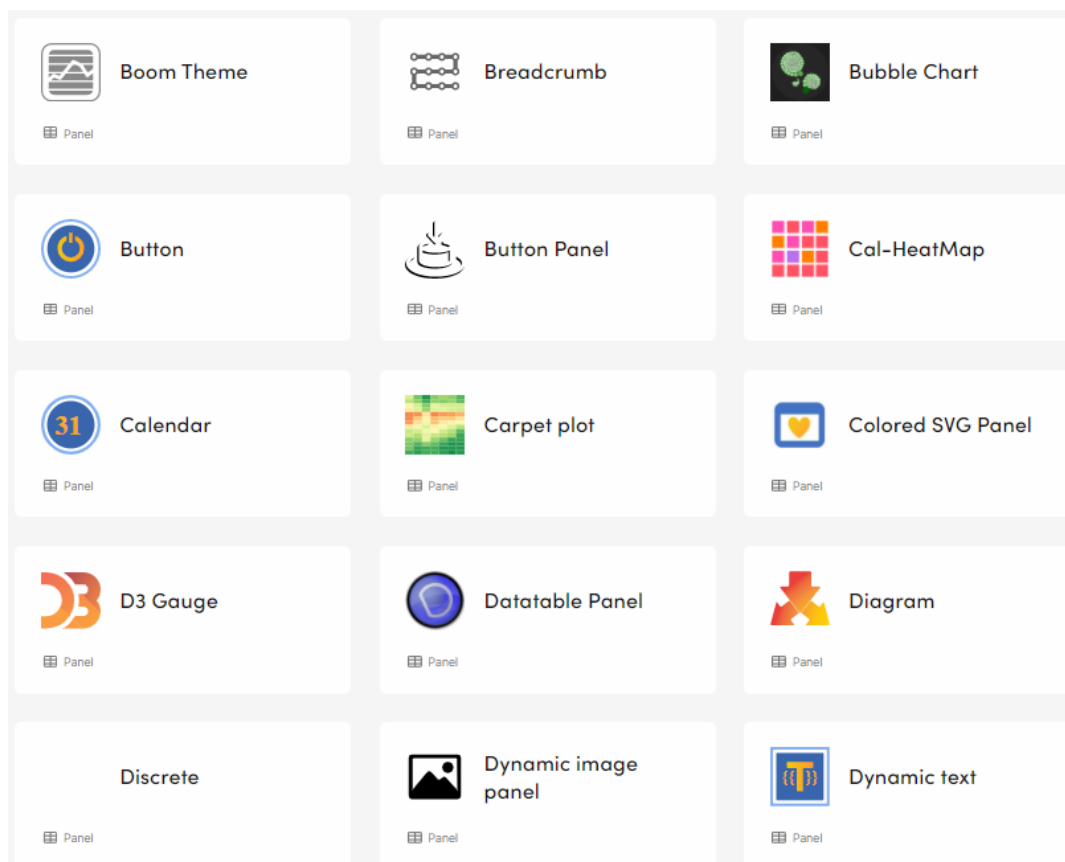


Figura 56. Aplicaciones Grafana

Las visualizaciones más utilizadas son las de gráficos de líneas y gráficos de barras con sus valores. Se va a ver a continuación en la figura 57 todas las posibilidades diferentes que proporciona la plataforma. En los gráficos aparecen varias opciones de visualización, tales como pueden ser líneas, barras o puntos, además se puede modificar todo lo correspondiente a los grosores o tamaños de todo ello. Esto se puede modificar de manera general a todo lo graficado, luego paralelamente se pueden modificar de forma independiente cada una de ellas.

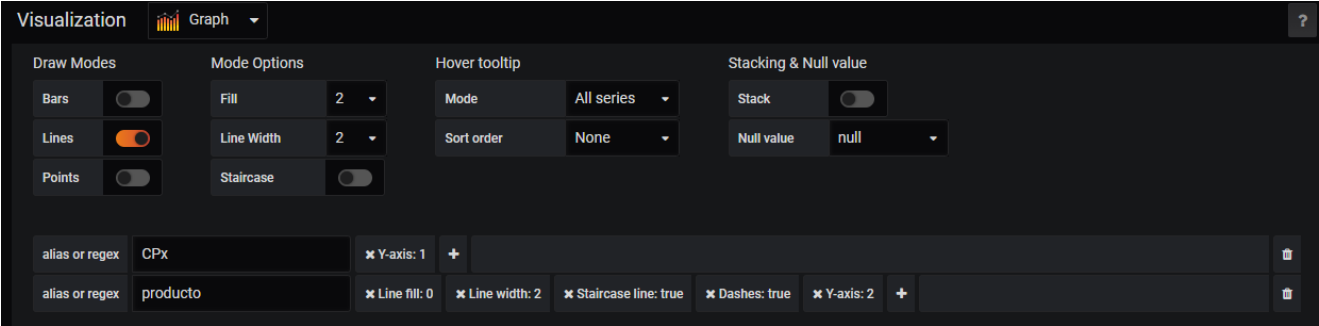


Figura 57. Opciones gráficos

Como se puede ver en la figura 58, existen muchas posibilidades para las visualizaciones.

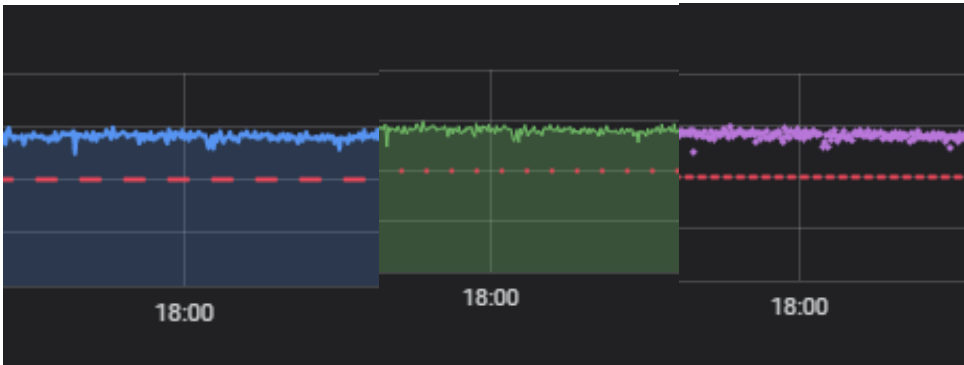


Figura 58. Gráficos Grafana

Por otro lado, los gráficos en los que se realizan los cálculos serían algo similar. Las principales características que se pueden modificar son las que aparecen en la siguiente figura.

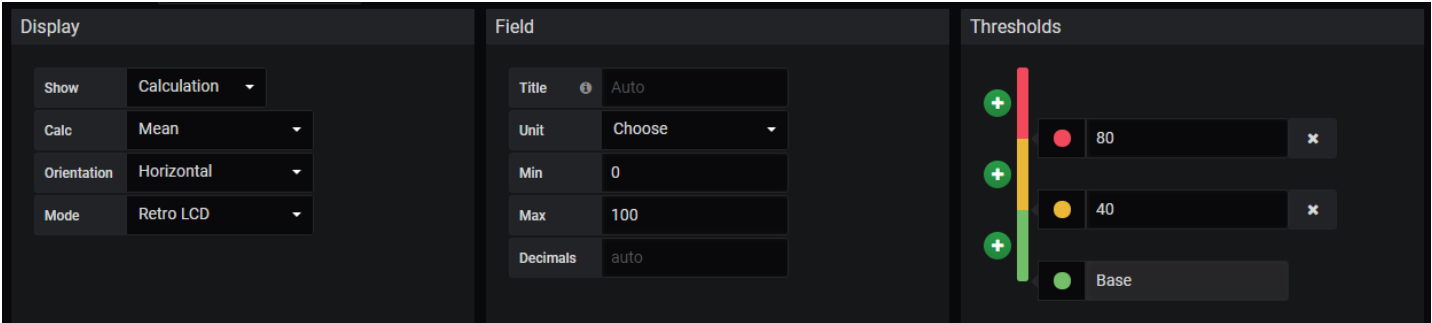


Figura 59. Opciones de gráficos

Pudiendo realizar cálculos, poner límites por colores según los valores que se reciben, cambiar la orientación del gráfico y muchas otras características que se pueden modificar según interese como podemos ver en las siguientes figuras.

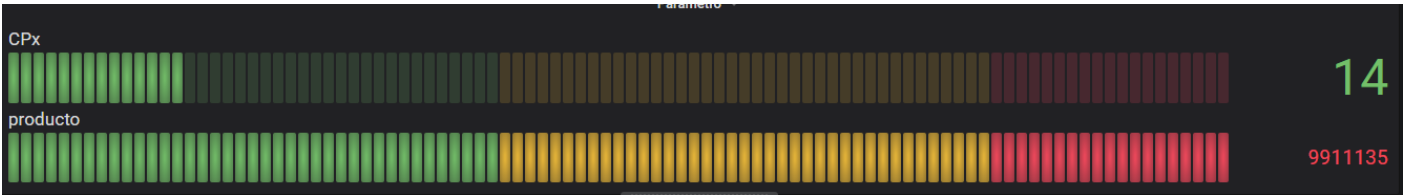


Figura 60. Gráfico de barras 1



Figura 62. Gráfico de barras 2

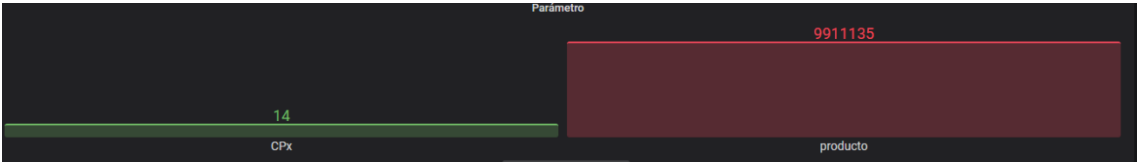


Figura 61. Gráfico de barras 3

Con todas estas posibilidades se pueden hacer los dashboards tan dinámicos y estéticos como se desee.